1re ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1890

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA MÉTAMÉRIE CÉPHALIQUE

SA PLACE DANS L'HISTOIRE DE L'ÉVOLUTION DES VERTÉBRÉS [1]

Chacun aujourd'hui connaît le livre où M. Perrier nous montre des individus animaux se groupant en une file longitudinale pour constituer une colonie [2]. Les Annélides offrent un exemple de ces colonies animales. Les individus-anneaux se succèdent dans l'individu social, que représente une Annélide, en répétant à peu près la même structure. Dans chaque anneau on trouve un fragment de tube digestif, une portion de système nerveux, une paire d'organes excréteurs, une cavité péritonéale, des muscles, tout ce qui serait nécessaire à ce segment de l'individu social pour vivre s'il redevenait indépendant. Il est toutefois certains anneaux, qui, grâce à des modifications spéciales, viennent rompre quelque peu la monotonie d'une pareille organisation ; ces anneaux contiennent en effet soit quelque organe en plus, soit autre chose à la place des organes que nous venons de citer. C'est ainsi que certains segments renferment les organes reproducteurs. D'autres, les plus antérieurs, présentent la bouche, une région particulière du système nerveux qui constitue le cerveau et peuvent offrir des organes des sens. Les anneaux antérieurs ainsi différenciés forment dans leur ensemble la région qu'on est convenu de nommer la tête.

Ainsi chez les Vers, chaque anneau reproduit au moins primitivement la structure de ceux qui le suivent et qui le précèdent; il n'existe entre les divers anneaux que des différences secondairement produites, secondaires par suite, et dues à des modifications que des adaptations spéciales ont entraînées. A ces anneaux, que la doctrine coloniale interprète comme les éléments d'une colonie linéaire, anneaux qui, s'ils ne se montrent pas tous semblables, du moins auraient pu l'être et l'étaient au début, qui avaient la même puissance d'évolution, qui étaient en un mot homodynames, on donne le nom de *métamères*. Les métamères, au sens descriptif du mot, sont des parties (μερος) d'animal, placées les unes au bout des autres (μετα). La doctrine des colonies animales nous conduit tout naturellement à attribuer une égale valeur à ces parties qui représentaient jadis des individus distincts, tous semblables. Les termes de *métamérie*, *métamérisation*, caractérisent le fait de la division d'un organisme en métamères, et l'état de cet organisme.

Par extension et presque par abus de langage, on a dit d'un organe considéré isolément qu'il est métamérisé, lorsqu'il se montre partagé en segments, dont chacun appartient à un métamère de l'animal; il s'agit ici d'une métamérie partielle, d'une métamérie d'organes. Si la métamérisation est en voie de disparition dans un organisme animal, il

[1] Cet article n'a la valeur que d'un aperçu très approximatif de la question de la Métamérie céphalique, que M. Wiedersheim considère comme le plus important problème dans le domaine de la morphologie des Vertébrés. Il est loin de prétendre à être un exposé scientifiquement rigoureux et complet d'un sujet dont le champ est immense et où les moindres faits réclament une minutieuse analyse. (Dr A. P.)

[2] PERRIER. *Les colonies animales*, Paris, Masson, 1881.

pourra se faire qu'elle ne persiste plus que dans un ou deux organes; cela suffira cependant pour attester l'état métamérisé primitif de l'animal tout entier.

I

Un grand nombre de groupes de la série animale offrent une constitution métamérique, nous pourrions dire coloniale, comparable à celle qui distingue les Vers. Les Vertébrés sont de ce nombre. « Si l'on considère, a dit Dohrn, les premiers stades du développement embryonnaire d'un Vertébré, par exemble d'un Poisson à squelette osseux, on a de la peine à se soustraire à l'idée que l'on se trouve en présence d'un être articulé, composé d'un grand nombre de segments. » Les Vertébrés a dit, d'autre part M. Perrier, sont des colonies: « ils sont formés de segments, d'individus placés bout à bout et qui sont arrivés à se fusionner. » La constatation de l'organisation métamérique, bien plus, coloniale, des Vertébrés, n'est pas un des moindres mobiles qui aient poussé les naturalistes à faire descendre les Vertébrés d'animaux annelés, de Vers. Malgré la répugnance qu'on pourrait avoir, et qu'éprouvent en réalité certains esprits à accepter l'idée d'une aussi misérable origine, il ne faut pas méconnaître les faits, et, si l'on ne veut pas regarder, se refuser à voir ce que d'autres montrent.

Il existe en effet chez les Vertébrés des marques évidentes de métamérisation dans toute l'étendue du tronc. Ces indices, encore apparents chez l'adulte, sont beaucoup plus frappants chez l'embryon.

En présence d'un Vertébré adulte, on ne peut s'empêcher de songer à des anneaux, lorsqu'on voit les côtes former autour du corps des cerceaux régulièrement distants; l'image des Arthropodes, des Annelés se trouve évoquée, et l'on hasarde des rapprochements. La succession régulière des vertèbres, alternant avec des disques intervertébraux, la naissance des nerfs à des intervalles égaux le long de la moelle épinière, tout cela éveille l'idée d'une disposition segmentaire, d'une métamérie.

L'examen d'un embryon de Vertébré est bien autrement suggestif. Chez un embryon de Poulet de 1 à 2 jours d'incubation, on voit se former d'avant en arrière, s'ajoutant les uns à la suite des autres, et d'autant plus nombreux que l'embryon est plus âgé, de petits tubes creux que l'on a appelés les *vertèbres primitives* (fig. 1, PV), bien que ces formations n'entrent pas directement dans la constitution des futures vertèbres; on les a nommés aussi *segments primitifs*, *somites*. L'appellation la plus significative est celle de *myotomes* que van Wyhe a proposée; elle précise leur destinée, qui est essentiellement de se différencier en organes musculaires, en même temps qu'elle caractérise leur arrangement segmentaire, qui est des plus évidents[1].

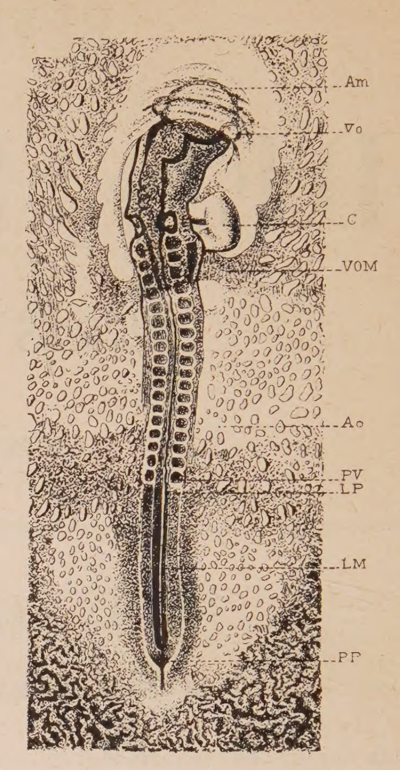


Fig. 1. — *Embryon de Poulet de 41 heures*, vu par la face supérieure ou dorsale à un grossissement de 25 fois (d'après M. Mathias Duval). — *Am*, capuchon céphalique de l'amnios, recouvrant toute la première vésicule cérébrale et les vésicules optiques. — *Vo*, vésicules optiques. — *C*, cœur. — *VOM*, veines omphalo-mésentériques. — *Ao*, portion aortique du cœur. — *PV*, protovertèbres. — *LP*, lame protovertébrale — *LM*, lames médullaires du sinus rhomboïdal en voie d'occlusion. — *PP*, restes de la ligne primitive.

La moelle épinière, que l'on sait avoir la forme d'un tube dans les premiers temps du développement embryonnaire, se montre, à cette époque, d'après les observations de Kupffer, partagée en une série de dilatations successives que séparent des étranglements, formée de segments, en un mot métamérisée [2]. Dohrn a fait chez des embryons de Sélaciens du genre *Mustelus* une constatation qui, bien qu'elle porte sur des stades plus avancés que ceux qu'a examinés Kupffer, peut néanmoins être rapprochée de l'observation de cet auteur [3]. Et plus tard, quand autour de l'axe squelettique que constitue la corde dorsale, se différencie la colonne vertébrale avec ses segments vertébraux successifs, on voit la corde alternativement renflée et resserrée dans les espaces intervertébraux et dans l'intérieur

[1] Toutefois le terme « myotome » ne coïncide pas exactement avec celui de « somite »; car il est moins compréhensif que ce dernier. Le myotome n'est, pour van Wyhe, qu'une portion, la plus importante il est vrai, du somite.

[2] Kupffer. Primäre Metamerie des Neuralrohres der Vertebraten. (*Sitz. der K. bair. Akad*, *Bd XV*.)

[3] Dohrn. *Anatom. Anzeiger*, 1890, Nos 2-3.

des vertèbres. La régularité d'un tel ensemble est de celles que peut seule expliquer une organisation métamérique.

II

Notre corps est donc métamérisé à la façon de celui d'un Ver; la métamérisation y est seulement plus effacée. Cet effacement est l'œuvre du temps. Chez les premiers Vertébrés, aujourd'hui disparus, tout porte à croire que les segments étaient mieux accusés, et que la disposition générale du corps était celle d'un Annelé. De là Dohrn et d'autres [1] ont été amenés à admettre l'existence de Vertébrés annelés, ancêtres des Vertébrés actuels. L'organisation de ces aïeux était bien rudimentaire. C'étaient, d'après le tableau que nous en a tracé Dohrn, des animaux annelés, cylindriques, pourvus d'une paire de branchies sur chaque segment du corps.

La branchie, organe fondamental du métamère chez le Protovertébré, dérive d'une transformation du tube segmentaire, organe essentiellement caractéristique du métamère du Ver. C'est de branchies que provinrent ensuite, par une série de transformations profondes, péniblement et lentement accomplies dans le cours d'une longue évolution, la plupart des organes qui distinguent le corps des Vertébrés actuels, tels que les extrémités locomotrices, les branchies actuellement encore représentées chez les Poissons, celles que l'on observe à l'état de rudiments dans les embryons des Vertébrés supérieurs, l'appareil copulateur (pénis et clitoris), la bouche et l'anus, etc.

Dès ce moment, les segments successifs du Vertébré annelé devenu Vertébré, cessant d'être égaux et pareils les uns aux autres, devinrent simplement équivalents; les homologies ne furent plus à première vue évidentes, il devint nécessaire d'en donner la preuve. Une branchie, qui dans tel métamère avait fourni tel organe, se différenciait dans un second métamère en une formation tout autre. La constitution primitive, caractéristique des métamères, s'effaçant de plus en plus, les métamères devinrent eux-mêmes de moins en moins évidents, de moins en moins indépendants, et leur numération de plus en plus sujette à l'erreur. C'est surtout dans la région antérieure du corps que les transformations marchèrent rapidement, que la disparition de l'organisation métamérique fit de grands progrès. Cette région du corps, plus modifiée que les autres, est la tête des Vertébrés d'aujourd'hui. Les processus multiples à l'aide desquels la tête s'est produite, processus dans le détail desquels nous n'avons pas le loisir d'entrer, sont rassemblés dans l'expression de « céphalisation ».

C'est par ces processus que le Vertébré en évolution constitua, aux dépens des branchies de sa future région céphalique, des narines, des yeux et des oreilles, une bouche d'un nouveau genre, destinée à succéder à une première qui ne répondait plus aux besoins de l'existence, bien d'autres organes enfin, d'usages très diversifiés; c'est là qu'il épaissit en un cerveau la partie antérieure de son cordon nerveux.

Les progrès accomplis par le Vertébré furent tels que le privilégié de tous, l'homme, s'arrogea le droit d'occuper une place à part dans l'ensemble des êtres vivants, et qu'il y eut des savants pour classer les animaux en trois groupes : les Invertébrés, les Vertébrés et l'Homme.

Il ne fallut rien moins que des courageux comme Haeckel (1) pour rappeler à cet « orgueilleux parvenu » son origine plus humble, et lui dire : Vous descendez du Singe, et les Singes eux-mêmes, avec tous les Vertébrés, sont des Vers transformés. Regardez, pour nous croire, votre tête dont vous vous enorgueillissez tant, et vous la verrez formée d'anneaux, comme l'est la tête d'un Ver de terre. Et si elle vous semble en différer beaucoup, nous pouvons vous montrer comment elle est parvenue à en différer. C'est aussi là à peu près le langage que tiendraient sans contredit, s'ils pouvaient être appelés en témoignage, les Protovertébrés moins favorisés, jaloux de la bonne fortune de leurs frères. A leur défaut, l'on peut invoquer les recherches de nombreux savants aussi patients qu'ingénieux, dont les observations ont accumulé les faits sur lesquels s'appuie la doctrine de la métamérie céphalique.

Retrouver dans la tête une disposition segmentaire, voir quels sont les organes qui offrent cette disposition, connaître si la métamérisation de la tête est la copie pure et simple et la continuation de celle du tronc, ou si elle revêt des caractères particuliers, tel est le but convoité et presque atteint aujourd'hui.

III

Il y a longtemps déjà que Gœthe, à la vue d'un crâne de mouton, restait convaincu de la ressemblance étroite du crâne avec la colonne vertébrale, affirmait que celui-là n'était qu'une simple transformation de celle-ci, et distinguait dans le crâne quatre vertèbres. Chacune des vertèbres crâniennes est constituée par un corps et des lames; celles-ci, fortement écartées et très larges,

[1] Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthier körpers (*Mitth. aus der zool. Station zu Neapel*, Bd. III, VI, IX, X).
Id. Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels, Leipzig, 1875; et : L'origine des Vertébrés et le principe de transformation des fonctions. (*Revue internation. des sciences biologiques*, 1883.)

(1) HÆCKEL, *Anthropogénie ou évolution humaine*. Paris, 1877.

représentées qu'elles sont par les os de la voûte du crâne, entourent le cerveau comme les lames des vraies vertèbres enveloppent la moelle. Gœthe fondait ainsi la théorie vertébrale du crâne, qu'adopta Duméril, et dont Oken fut le plus solide défenseur (1). La théorie de Gœthe devait tomber devant les données de l'anatomie comparée et de l'embryologie, qui montrèrent, entre les mains d'Huxley et de Gegenbaur : la première, que chez les Sélaciens le crâne cartilagineux est fait d'une seule pièce, la seconde que le crâne naît chez les embryons des Vertébrés supérieurs sous la forme d'une ébauche continue. En présence de pareils faits, la théorie vertébrale du crâne devint insoutenable; car si la constitution segmentaire vertébrale existe dans le crâne, elle doit présenter un caractère absolument primitif, apparaître dès le début du développement soit phylogénétique, soit ontogénétique des Vertébrés, ne faire défaut, par conséquent, ni chez les Vertébrés inférieurs, tels que les Sélaciens, ni chez les embryons de Vertébrés.

Le génie de Gœthe ne l'avait cependant pas trompé ; il lui avait fait entrevoir la vérité à travers des ténèbres que la science n'avait pas encore éclaircies. Gœthe, s'il avait mal vu, avait du moins distingué quelque chose dans la direction où il avait cherché. Son insuccès tenait surtout au point de vue où il s'était placé. En examinant la question de plus haut, avec des méthodes d'investigation perfectionnées, en élargissant les horizons, en ne limitant plus l'observation au squelette de la tête pour le comparer à celui du tronc, en étudiant les uns après les autres, dans l'espoir d'arriver à les superposer, les organes similaires de la tête et du tronc, en recherchant comment dans la tête ces organes ont acquis des caractères différents de ceux qu'ils présentent dans le tronc, ne se contentant pas d'un essai d'interprétation du crâne seul, mais répétant la même tentative pour tous les organes de la tête, ambitionnant même en somme de fonder une théorie phylogénétique de la tête tout entière, on fit faire à la science un grand pas dans cette voie.

Tous les organes que l'on voyait métamérisés dans le tronc, on essaya de les retrouver dans la tête pourvus du même caractère, et l'on y est parvenu pour beaucoup d'entre eux.

Si pour le crâne la segmentation vertébrale ne se confirma pas, telle du moins que Gœthe l'avait conçue, son existence reçut de la part de H. Müller, Mihallkovics [1], Kölliker [2], des preuves certaines. Ces auteurs découvrirent dans le crâne des restes de la corde dorsale, sous forme de renflements intervertébraux, comparables à ceux que l'on observe dans la colonne vertébrale; ils trouvèrent entre l'os basi-occipital et l'os sphénoïdal postérieur, et même entre les deux sphénoïdes, un disque intervertébral, rappelant de très près ceux qui dans la colonne dorsale s'interposent entre deux vertèbres. Du moment que l'on retrouvait dans le crâne les limites qui séparent les vertèbres dans le squelette axial du tronc, on prouvait du même coup l'existence dans le crâne de segments vertébraux. Le nombre exact de ces segments est demeuré d'ailleurs indéterminé.

La présence des arcs branchiaux est du reste, comme Gegenbaur l'a fait remarquer, un argument indirect en faveur de l'existence de vertèbres dans la région postérieure de la tête. Les arcs branchiaux étant en effet comparables à des côtes, comme celles-ci reposent sur des vertèbres correspondantes, il s'en suit que les arcs branchiaux doivent avoir, eux aussi, un support vertébral.

Le lecteur se rappelle sans doute qu'une des marques les plus évidentes de segmentation, que nous ayons constatées dans le corps de l'embryon du Vertébré, consiste dans la présence de tubes creux que nous avons nommés vertèbres primitives, somites, myotomes, destinés à fournir essentiellement des muscles. Balfour [3] et Marshall [4] ont retrouvé de semblables somites creux dans la tête, et les ont appelés *cavités céphaliques*. Van Wyhe [5] a confirmé le fait; en montrant que la paroi de ces somites céphaliques se différencie en muscles définitifs, il a justifié la désignation de myotomes qu'il leur a imposée. Ahlborn [6] a fait des constatations analogues. Froriep [7] chez des embryons de Mammifère a décrit dans la région occipitale quatre somites, dont trois donnent des muscles et ont par conséquent la valeur de myotomes. Le nombre des somites céphaliques chez les Cyclostomes, les Sélaciens et les Amphibiens est aujourd'hui bien établi, et les différenciations de ces somites bien connues.

(1) Voir sur la question des vertèbres craniennes : la thèse de M. *Le Roux*, Paris, 1888, et le curieux travail de M. *Carlier* : Etude sur l'organisation et la disposition générales des cinq Vertèbres céphaliques, etc. Paris, Baillière, 1883.

[1] Mihalkovics. Wirbelsaüle und Hirnanhang (*Arch. fur mikr. Anat.* 1874), Bd. XI.

[2] Kœlliker. *Traité d'embryologie*, Reinwald. Paris, 1882.

[3] Balfour. A. monography on the development of elasmobranch fishes, London 1878.

[4] Marshall. The head cavities and associated nerves of Elasmobranchs. (*Quart. Journal of micr. Science*, volume XXI new series.)

[5] Van Wyhe. *Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes*. Amsterdam, 1882.

[6] Ahlborn. Ueber die Segmentation des Wirbelthierkörpers. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Bd. XL.

[7] Froriep. Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. *Arch. für Anat. und Phys* Anat. *Abth.*, 1882.

(Voir le schéma, fig. 2, et le tableau qui est mis en note [1].)

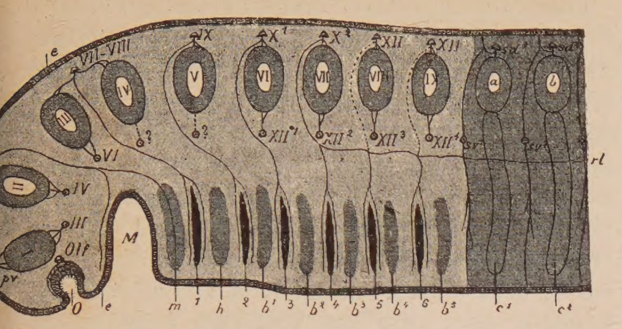


Fig. 2. — *Diagramme de la métamérie de la tête* (d'après Wiedersheim, un peu modifié). — *e*, *e*, ectoderme, invaginé en O pour former la fossette olfactive primitive. L'épithélium sensoriel, qui est au fond de cette fossette, est innervé par le nerf olfactif *Olf*. — *M*, invagination buccale. — I-IX, somites céphaliques. — III, nerf oculo-moteur commun. — IV, pathétique. — VI, moteur oculaire externe ou abducteur de l'œil. — XII^1-XII^4, hypoglosse. — Tous ces nerfs fonctionnent comme branches ventrales des somites céphaliques I, II, III, VI, VII, VIII et IX. — Les somites IV et V n'ont pas de branches ventrales connues. — *Rpv*, rameau ophthalmique profond du trijumeau, formant la branche dorsale du premier somite. — V, le reste du trijumeau formant la branche dorsale du deuxième somite et innervant la région maxillaire. — VII, VIII, acoustico-facial, ou nerf dorsal du troisième et du quatrième somites, innervant la première fente branchiale (fente hyo-mandibulaire, évent) (1). — IX, glosso-pharyngien, nerf dorsal du cinquième somite, innervant la deuxième fente branchiale (2). — X^1, X^2, nerf vague ou pneumogastrique, constituant le nerf dorsal du sixième et du septième somites, et innervant les troisième et quatrième fentes branchiales (3, 4). — XII, XII, branches dorsales se comportant comme les branches dorsales du vague, et innervant les fentes branchiales 5 et 6, mais appartenant en réalité à l'hypoglosse. — XII^1-XII^4, branches ventrales de l'hypoglosse. — sv^1, sv^2, branches ventrales des deux premiers nerfs spinaux. — sd^1, sd^2, branches dorsales de ces mêmes nerfs. — *m*, arc mandibulaire. — *h*, arc hyoïdien. — b^1-b^5, les cinq arcs branchiaux proprement dits. — 1-6, les fentes branchiales. — c^1, c^2, les deux premières côtes. — *a*, *b*, les deux premiers somites du tronc. — *rl*, rameau latéral du vague.

Ainsi nous retrouvons dans la tête une des formations les plus caractéristiques du tronc.

Les fentes et les arcs branchiaux prêtent à des considérations bien intéressantes au point de vue qui nous occupe.

On sait que chez les embryons des Vertébrés il se produit dans la région postérieure de la tête, sur les parties latérales, des fentes qui établissent un passage entre l'extérieur et la partie pharyngienne

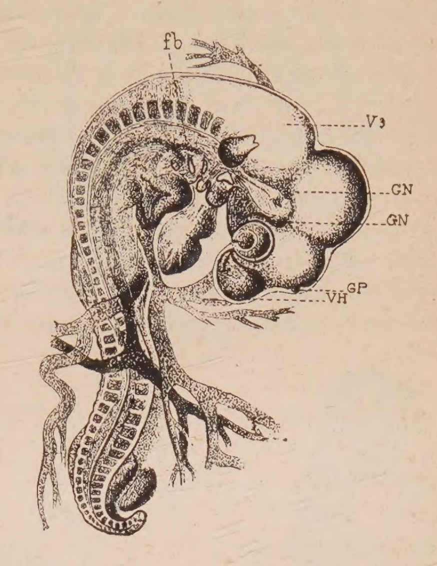


Fig. 3. — *Embryon de Poulet du milieu du quatrième jour de l'incubation*, vu par sa face dorsale et latérale droite, grossi 15 fois (d'après M. Mathias Duval). La partie antérieure de l'embryon a été seule représentée. — V_3, vésicule cérébrale postérieure. — *VH*, vésicule cérébrale antérieure. — *GP*, glande pinéale. — *GN*, ganglions des nerfs craniens. — *fb*, fentes branchiales.

du tube digestif. Aussi les a-t-on nommées des *fentes pharyngiennes*. Entre les fentes persistent des

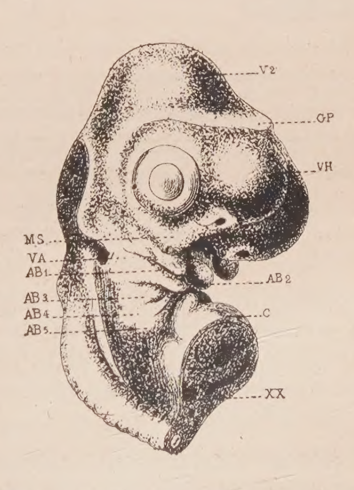


Fig. 4. — *Tête d'un embryon de Poulet du milieu du cinquième jour* (d'après M. Mathias Duval). — *VH*, vésicule cérébrale antérieure. — V^2, vésicule cérébrale moyenne. — *GP*, glande pinéale. — *VA*, vésicule auditive. — *MS*, maxillaire supérieur. — *C*, cœur. — *XX*, saillie du cœur au-dessus de la surface de section. — AB^1-AB^5, arcs branchiaux.

bandes de tissu qui deviennent squelettiques, et qui de plus chez les animaux aquatiques se couvrent

[1] **Tableau de la distribution segmentaire des nerfs crâniens dans leurs rapports avec les métamères céphaliques** (d'après van Wyhe, modifié par Wiedersheim).

MÉTAMÈRES OU SOMITES	BRANCHES VENTRALES NERVEUSES	BRANCHES DORSALES NERVEUSES
Métamère I (Muscles de l'œil : droit supérieur, droit inférieur, droit interne et petit oblique).	*Oculo-moteur* (III).	*Rameau ophthalmique profond du trijumeau* (V).
Métamère II (grand oblique de l'œil)	*Pathétique* (IV).	*Trijumeau* (V), après le départ du rameau ophthalmique profond.
Métamère III (droit externe de l'œil)	*Moteur oculaire externe* ou *abducteur* (VI).	*Acoustique* (VIII) et *Facial* (VII).
Métamère IV (muscles atrophiés de bonne heure).	Pas de branche ventrale.	
Métamère V (muscles atrophiés de bonne heure).	Pas de branche ventrale.	*Glosso-pharyngien* (IX).
Métamères VI et VII	Deux racines antérieures de l'*Hypoglosse* (XII).	*Vague* ou *pneumogastrique* (X).
Métamères VIII et IX	Deux racines postérieures de l'*Hypoglosse* (XII).	Racines de l'*Hypoglosse* (XII) en voie de disparition.

de replis richement vascularisés, les *branchies*, servant à la respiration. Ces bandes de tissu portent le nom d'*arcs pharyngiens;* on leur donne encore celui d'*arcs branchiaux*, les fentes pharyngiennes étant alors appelées *fentes branchiales*. (Voy. fig. 3 et 4.)

Les fentes branchiales, dont la formation entraîne l'apparition des arcs branchiaux, se produisent par l'adossement, suivi de perforation, de deux poches venant à la rencontre l'une de l'autre, l'une formée par une dépression de la paroi extérieure du corps, c'est-à-dire de l'ectoderme, l'autre due à une semblable invagination de la paroi du tube digestif ou entoderme (fig. 5). Il existe donc autant de poches entodermiques ou de diverticules de la paroi du pharynx, qu'il y a de fentes branchiales. Et ces poches se succèdent régulièrement selon une disposition métamérique évidente (fig. 6).

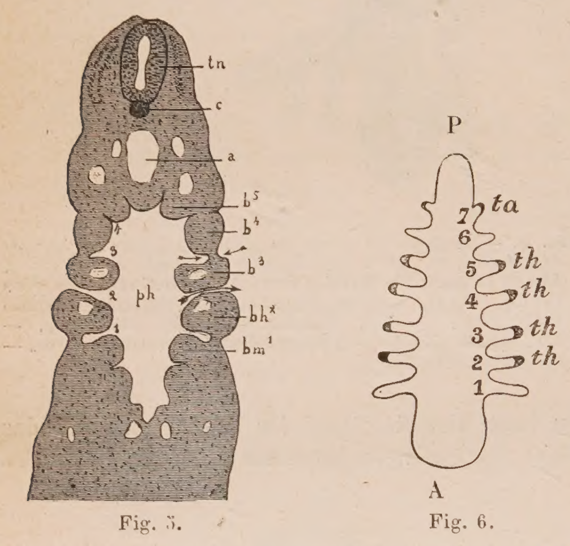


Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 5. — *Coupe verticale et transversale de la région branchiale d'un embryon de Poulet de la soixante-dix-septième heure.* — 1, 2, 3, 4, fentes branchiales. Au niveau de la deuxième fente existe un libre passage de l'intérieur du pharynx *ph* à l'extérieur. La troisième fente n'est pas ouverte, mais consiste seulement en un adossement des deux poches pharyngienne et ectodermique. — bm^1, bh^2, b^3, b^4, b^5, les cinq arcs branchiaux. bm^1 est l'arc maxillaire, bh^2 l'arc hyoïdien; b^3-b^5, les arcs branchiaux proprement dits. — *tn*, tube nerveux. — *c*, corde dorsale. — *a*, aorte.

Fig. 6. — *Schéma des poches pharyngiennes et de leur destinée chez un embryon de Sélacien* (imité de de Meuron). — A. Extrémité antérieure. — P. Extrémité postérieure du pharynx. — 1-7, les poches pharyngiennes. — *th*, celles des poches pharyngiennes qui contribueront à former le thymus. — *ta*, la dernière poche, constituant la glande thyroïde accessoire ou glande supra-péricardique.

C'est dire qu'à ne considérer que le tube digestif seul, on voit celui-ci pousser vers l'extérieur, pour constituer la partie pharyngienne des fentes branchiales, un certain nombre de diverticules dont l'arrangement segmentaire est évident. C'est dire en d'autres termes qu'il existe une métamérisation de la partie antérieure du tube digestif, une métamérisation entodermique, une *entomérie* en un mot, qui est la caractéristique la plus saillante de la métamérie branchiale ou *branchiomérie*.

Chez la plupart des Poissons actuels, les fentes branchiales sont limitées à la région postérieure de la tête, à la région cervicale, où elles forment les ouïes. Chez certains Sélaciens, qui présentent des marques incontestables d'une organisation primitive, les Notidanides, il existe un plus grand nombre de fentes et d'arcs branchiaux que partout ailleurs, et derrière le point occupé par le dernier arc branchial des Sélaciens ordinaires, on en trouve encore deux autres. Partant de là, l'on a été amené à penser que, chez des Vertébrés plus anciens encore que les Notidanides, il devait exister d'autres fentes et arcs branchiaux encore, reculant ainsi de plus en plus les limites postérieures de la région branchiale. En exagérant cette disposition, on arrive à garnir de fentes branchiales la totalité des parois latérales du tronc des Vertébrés, et l'on se trouve ramené aux conceptions de Dohrn, pour qui, nous l'avons dit, des branchies régnaient sur toute l'étendue du corps des premiers Vertébrés, réparties par paires sur chaque segment.

Chez les Vertébrés supérieurs, on sait que les fentes et arcs branchiaux ne sont plus apparents que dans les premiers temps de la vie embryonnaire. Encore toutes les fentes branchiales des Poissons actuels ne sont-elles pas représentées chez les embryons des Oiseaux ou des Mammifères, les plus antérieures seules ayant persisté. On a même montré dans ces derniers temps suivant quels processus se fait la réduction des fentes branchiales, disparaissant peu à peu d'arrière en avant [1]. En effet, tandis que pour les fentes branchiales antérieures, la poche ectodermique et le diverticule entodermique, en venant au contact, et s'ouvrant l'une dans l'autre, réalisent encore une libre communication entre l'extérieur et le tube digestif, il n'en est plus de même pour les fentes branchiales postérieures dont les culs-de-sac ecto- et entodermique demeurent éloignés l'un de l'autre, si bien qu'il n'y a plus de véritable fente, mais seulement deux dépressions correspondantes de la paroi externe du corps et de l'épithélium pharyngien; par arrêt de développement, il n'y a plus à ce niveau que des sillons branchiaux.

Nous devons ajouter que les diverticules ecto-et entodermiques n'entrent pas seulement dans la constitution des fentes branchiales, mais que leur épithélium en proliférant peut donner lieu à un certain nombre d'organes, parmi lesquels il con-

[1] Kastschenko. Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens (*Arch. für Anat. und Phys.*, Anat. Abth., 1887.)

Liessner. Ein Beitrag zur Kenntniss der Kiemenspalten und ihrer Anlagen bei amnioten Wirbelthieren. (*Morphol. Jahrbuch*, Bd. XIII.)

vient de citer le thymus et la glande thyroïde (voy. fig. 6). Chez les Vertébrés supérieurs où les fentes branchiales ne fonctionnent pas comme conduits aquifères, où il n'y a pas de branchies, c'est là même l'unique destination de ces fentes, dès lors adaptées à d'autres usages. Chez les Poissons mêmes, une fente branchiale tout entière peut être ainsi transformée et l'épithélium qui la revêt employé à constituer un organe tout différent d'une branchie. Tel est le cas pour la dernière fente branchiale des Sélaciens, dont le diverticule entodermique donne naissance à un organe glandulaire, la « glande supra-péricardique » ou « glande thyroïde accessoire. » (van Bemmelen.)

On comprend que, s'il en est ainsi, on soit bien disposé à croire que des fentes branchiales postérieures à la dernière formation branchiale des Sélaciens ont pu devenir méconnaissables en se métamorphosant en organes très divers. On en vient aussi à se demander si, en avant de la région branchiale des Poissons et des embryons des Vertébrés supérieurs, c'est-à-dire non plus seulement dans la région postérieure de la tête, mais en plein domaine céphalique, il n'existe pas des formations que l'on pourrait rattacher à des branchies, dont elles seraient dérivées par une série de transformations profondes. Ainsi a pensé Dohrn, dont nous avons rappelé plus haut les idées générales, et beaucoup d'auteurs ont adopté sa manière de voir[1]. L'origine branchiale de certains organes au moins peut être admise aujourd'hui. Tel est le cas pour la fossette olfactive, que Dohrn et Marshall ont considérée comme la branchie la plus antérieure de toutes, et dont la nature branchiale a été confirmée par les recherches de Beard et de Blaue.

L'ensemble des arcs branchiaux représente une métamérie des parties ventro-latérales de la région postérieure de la tête, que l'on peut placer en regard de celle des parties latéro dorsales de la tête, réalisée par la formation des somites. Doit-on la faire coïncider avec cette dernière?

En d'autres termes, les arcs branchiaux doivent-ils être considérés comme le prolongement ventral des somites ? On s'accorde généralement à dire qu'il est impossible de superposer les métamères branchiaux aux somites; c'est ce qu'exprime le schéma (fig. 2) où la correspondance des deux formations fait défaut. Cependant on ne doit pas se dissimuler que c'est là peut-être résoudre prématurément la question. Car il peut exister dans les arcs branchiaux des cavités (*latm*, fig. 7), qui ne sont pas autre chose que le prolongement de celles des somites. Leurs parois éprouvent les mêmes différenciations musculaires que celle des somites : elles fournissent des muscles aux branchies (van Wyhe, Dohrn) ; et même ce sont elles qui donnen

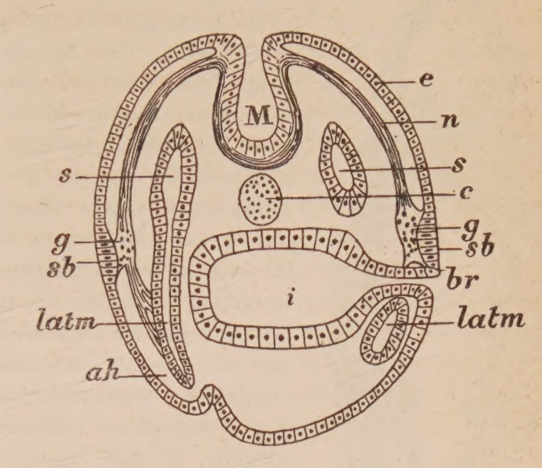


Fig. 7. — *Coupe transversale de la tête d'un embryon de Sélacien* (schématique, d'après Beard, modifiée et simplifiée). — *M*, tube médullaire, encore à l'état de gouttière. — *e*, ectoderme. — *c*, corde dorsale. — *i*, intestin. — *br*, fente branchiale. — *ah*, arc branchial. — *s*, cavité du somite. — *latm*, cavité de la plaque latérale musculaire, appartenant à l'arc branchial correspondant. — *n*, nerf cranien. — *g*, son ganglion, différencié de l'épaississement ectodermique qui représente un organe des sens branchial *sb*.

certains muscles, les muscles de l'œil par exemple, dont on attribue ordinairement la production aux somites (Dohrn). Si les somites ont une cavité qui se continue dans celle des arcs branchiaux, on est bien autorisé à dire que les arcs branchiaux sont eux-mêmes un prolongement des somites. La question de la coïncidence de la métamérie branchiale avec celle des somites doit donc être réservée.

Ce que nous devons nous borner à constater, c'est l'existence d'une métamérie branchiale, qui n'est vraisemblablement que le prolongement de celle qui régnait jadis sur toute l'étendue du tronc.

La segmentation du tube nerveux n'est pas non plus limitée à la portion de ce tube située dans le tronc et qui deviendra la moelle épi nière; mais elle s'étend aussi sur la partie la plus reculée de la région céphalique du canal nerveux, c'est-à-dire sur le cerveau postérieur. C'est même à cet endroit que l'on a trouvé pour la première fois la métamérisation nerveuse. Plusieurs auteurs (Dursy, Kölliker, Rabl, Béraneck, Hoffmann, etc.), ont étudié à cet égard des coupes du cerveau postérieur chez les embryons des Reptiles et des Oiseaux[1]. Béraneck, qui s'est livré à un

[1] Récemment encore, M. *Houssay* (*Société de Biologie* 1889, no 38) s'est prononcé en faveur de l'existence des fentes branchiales au-devant de la région des branchies proprement dites.

[1] Dursy. Der Primitivstreif des Hühnchens, 1867.
Koelliker. Traité d'embryologie.
C. Rabl. Bemerkung über die Segmentirung des Hirnes. (*Zoolog. Anzeiger*, 1885, no 191).
Béraneck. *Recueil zoologique suisse*, 1884 et 1887.

examen approfondi de la question, a trouvé chez les Reptiles et les Oiseaux des dilatations de la lumière du cerveau postérieur, au nombre de cinq, qu'il a nommées *replis médullaires*. (Voy. fig. 8.) Nous avons décrit ces replis chez l'embryon de Porc [1]. Chiarugi les a signalés chez l'embryon humain [2]. Il existe donc dans le cerveau postérieur de véritables segments nerveux, auxquels on a fait le reproche de n'être que des formations secondaires : reproche qui paraît dépourvu de fondement, puisque Kupffer a vu les segments sur un tube nerveux si peu développé qu'il se présentait encore sous la forme de canal incomplet, de gouttière, et puisqu'aussi Béraneck a trouvé déjà la segmentation nerveuse chez des embryons de Poulet de la vingt-quatrième heure.

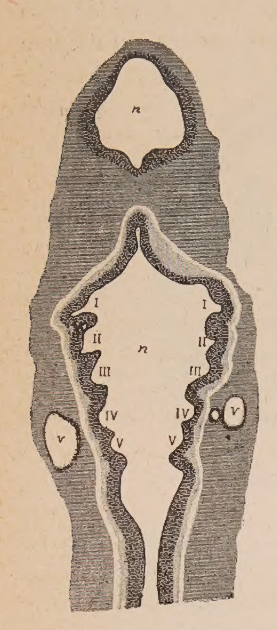


Fig. 8. — *Embryon de Porc de 1 cm. 4 de longueur.* — Coupe verticale et transversale, destinée à montrer les replis médullaires ou segments du cerveau postérieur I-V. — V, V, vésicules auditives. — *n*, *n*, tube nerveux sectionné en deux endroits différents, en particulier au niveau du cerveau postérieur.

Si d'ailleurs, à ne considérer que les segments du tube nerveux, on se prend à douter de leur valeur métamérique réelle, les doutes sont levés dès l'instant qu'on veut bien s'occuper de leurs rapports avec les nerfs qui en émanent. Nous avons vu déjà la naissance des nerfs spinaux à des intervalles égaux tout le long de la moelle épinière : disposition régulière qui a tout l'air d'une disposition métamérique. Si, comme notre figure schématique le montre, on se représente en même temps l'axe nerveux segmenté, et qu'on répartisse les nerfs qui en partent par paires sur chaque segment, on obtiendra une idée d'ensemble de la métamérie nerveuse du tronc. L'idéal serait de retrouver cet arrangement dans la tête, pour les nerfs cérébraux.

C'est là malheureusement une tâche des plus difficiles. Il ne faudrait pas croire en effet que les douze paires de nerfs craniens que l'on distingue en anatomie humaine correspondent à autant de segments cérébraux, et puissent être comparés d'emblée aux nerfs spinaux, et considérés avec eux comme des nerfs segmentaires. Des phénomènes en effet se sont passés, dans le genre de ceux dont nous allons donner un exemple, qui ont eu pour résultat de déformer considérablement le schéma primitif de la métamérie nerveuse dans la tête. Ainsi, Béraneck, étudiant les replis médullaires, c'est-à-dire les segments nerveux du cerveau postérieur, et les troncs nerveaux qui en partent, examinant les relations des nerfs avec les replis, dans le but de rapporter chaque nerf à un segment cérébral, a observé les faits suivants : le premier et le deuxième segments du cerveau postérieur donnent naissance au nerf trijumeau ; le troisième fournit à la fois les nerfs facial et auditif, le quatrième le nerf moteur oculaire externe, le dernier enfin le glosso-pharyngien ; le nerf vague naît par quatre racines en arrière du cerveau postérieur.

Ainsi voilà d'une part le nerf trijumeau qui, naissant à la fois de deux segments cérébraux, équivaut à deux nerfs segmentaires ; voici d'autre part les nerfs facial et auditif, qui, tirant leur origine d'un seul segment, n'ont la valeur chacun que d'un demi-nerf segmentaire ; le nerf vague enfin, avec ses quatre racines, qui naissent sans doute chacune d'un segment médullaire, représente quatre nerfs primitifs, segmentaires, fusionnés en un seul tronc nerveux définitif. Un nerf cérébral de l'anatomie descriptive peut donc dériver de la fusion de plusieurs nerfs segmentaires, ou bien au contraire du dédoublement d'un seul. A ces difficultés s'en ajoutent bien d'autres, que nous ne songeons même pas à signaler. « Il est souvent très difficile, dit Béraneck, de déterminer si telle ou telle branche correspond bien à un véritable segment céphalique, si tel nerf constitue une individualité ou n'est qu'un rameau détaché d'un autre tronc nerveux pendant le cours de l'évolution de l'espèce, si enfin les rapports que les nerfs craniens ont avec les organes qu'ils innervent sont primitifs et non dérivés. »

Si les relations d'origine des nerfs crâniens avec les métamères cérébraux connus ne permettent pas d'établir, pour l'ensemble de ces nerfs, une série métamérique, on peut chercher si, par l'étude de leurs rapports avec les organes qu'ils sont destinés à innerver, on n'obtiendrait pas la solution du problème de leur métamérie. Si nous pouvons en effet rapporter les nerfs craniens successifs à des organes dont la métamérisation est indiscutable, nous établissons du même coup l'arrangement métamérique de ces nerfs et conséquemment aussi celui du cerveau, d'où ils tirent leur origine. Or nous avons dans la tête du Vertébré deux séries métamériques d'organes : la série des somites, et

[1] Communication à la *Société des Sciences de Nancy* 1er juin 1888, et *Bulletins de la Société des Sciences de Nancy*.

[2] Chiarugi. Anatomie d'un embryon humain, etc. (*Arch. ital. de biologie*, t. XII, fasc. I, II, 1889.)

celle des fentes et arcs branchiaux. Pour ce qui est de cette dernière, ses rapports avec les nerfs crâniens sont à peu près déterminés. On connaît les nerfs qui innervent les parois des fentes branchiales successives, et l'on peut ranger ces nerfs suivant l'ordre segmentaire de ces fentes elles-mêmes [1]. L'étude des relations des nerfs cérébraux avec les somites a fourni des résultats bien plus concluants; car se sont les somites qui sont l'expression la plus typique de la métamérie du corps des Vertébrés. Cette étude a occupé nombre d'auteurs [2], et a permis de conclure à l'existence de nerfs segmentaires en rapport chacun avec un somite céphalique. Mais tandis que dans le tronc les nerfs segmentaires, munis chacun d'une branche dorsale et d'une branche ventrale en relation avec le somite correspondant, sont représentés par les nerfs rachidiens de l'anatomie descriptive, les nerfs segmentaires de la tête, c'est-à-dire ceux dont les branches dorsales et ventrales abordent un somite donné, ne répondent nullement aux nerfs crâniens de l'anatomie. Ainsi un nerf de l'anatomie humaine, le nerf moteur oculaire commun par exemple (III), n'est qu'une branche ventrale d'un nerf segmentaire ; un nerf comme le trijumeau peut représenter deux branches dorsales de nerf segmentaire, l'une (R*pv*) correspondant au premier, l'autre (V) au second somite ; un nerf tel que l'hypoglosse (XII) peut posséder six branches dont deux dorsales et quatre ventralss, et par conséquent équivaloir à deux nerfs plus deux demi-nerfs segmentaires; des nerfs comne le facial et l'auditif (VII, VIII) peuvent commander à la fois deux somites; certaines branches ventrales de nerfs segmentaires enfin ne sont pas représentées par des nerfs de l'anatomie descriptive.

Il est vrai que l'anatomie descriptive des Vertébrés inférieurs permet de comprendre les nerfs cérébraux autrement qu'on le fait en anatomie humaine. Elle nous montre en effet que les nerfs craniens sont groupés en complexus, tels que le complexus du vague et celui du trijumeau. A ce dernier par exemple appartiennent les nerfs oculo-moteur et pathétique (III et IV), qui, joints au trijumau proprement dit (R*pv*, V), représentent dans leur ensemble deux nerfs segmentaires. Il existe donc dans le cerveau un petit nombre de nerfs constitués chacun par un groupe de nerfs segmentaires, dont les branches dorsales et ventrales sont anatomiquement plus ou moins distinctes.

Nous en avons assez dit sur la métamérie nerveuse, la plus étudiée et la moins connue encore. Tous les travaux accumulés sur la question permettent de conclure à la métamérie nerveuse, et l'on ne discute pas sur le fait même, mais sur les détails de cette métamérie.

IV

Les données que nous avons acquises jusqu'ici nous autorisent à penser : 1° qu'il existe dans la tête des dispositions métamériques; 2° que la métamérie céphalique reproduit le type de celle du tronc, dont elle est le prolongement, puisque les mêmes organes que le tronc nous présente métamérisés, nous les retrouvons dans la tête avec le caractère métamérique.

Cette formule répond-elle bien à la réalité, n'y a-t-il dans la métamérie céphalique qu'une copie quelque peu effacée, et en tout cas très modifiée, de celle du tronc ? Certains faits semblent parler en faveur de la négative, et montrer que, dans la tête, la métamérie présente un cachet spécial et des caractères qui ne s'observent que là, et que si la métamérie céphalique est pour une grande part la reproduction pure et simple de celle du tronc, il y a en elle quelque chose de plus.

La métamérisation du tube digestif se traduisant par la formation des diverticules entodermiques desquels prennent naissance les branchies, la métamérisation entodermique branchiale, l'entomérie en un mot, dont nous avons parlé plus haut, est limitée, chez les Vertébrés actuels du moins, à la région branchiale, au territoire céphalique par conséquent. Il en résulte pour la métamérie de la tête un caractère tout particulier qu'on ne retrouve dans aucune autre partie du corps du Vertébré.

Mais ce n'est pas tout. Nous avons vu plus haut que la région branchiale n'est pas la seule qui se distingue par la présence de branchies, et qu'au moins chez des Vertébrés disparus, les formations branchiales devaient se prolonger en arrière de la

[1] Ne pouvant entrer ici dans le détail des faits, nous prions le lecteur de se reporter à la figure schématique 2.

[2] GEGENBAUR. Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. (*Jenaische Zeitschrift für Med. und Naturwiss.*, Bd. VI, 1871.)

BALFOUR. On the development of spinal Nerves in Elasmobranch Fishes. (*Philos. Transactions*, 1875.)

MARSHALL. On the head cavities and associated nerves in Elasmobranchs. (*Quart. Journal of micr. Sc.*, Vol. XXI, 1881.)

Id. The segmental value of the cranial nerves. (*Journal of Anat. and Phys.*, vol XVI.)

VAN WYHE. *Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Seluchierkopfes*, Amsterdam, 1882.

AHLBORN. Ueber den Ursprung und Anstritt der Hirnnerven von Petromyzon. (*Zeitschr. für wiss. Zool.* Bd XL.)

GEGENBAUR. Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskelettes. (*Morph. Jahrbuch*, Bd. XXX.)

HIS. Die Morphologische Betrachtung der Kopfnerven. (*Arch. für Anat. und Phys.*, Anat. Abth., 1887.)

DOHRN. Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. Ueber Nerven und Gefässe bei Ammocœtes und Petromyzon Planeri. (*Mitth. aus der Zool. Stat. zu Neapel*, Bd. VIII, 1888) etc.

zone actuelle des branchies jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Nous avons été amené tout naturellement à nous demander si en avant de cette zone il n'en serait pas absolument de même, et si jadis la région prébranchiale de la tête n'aurait pas, elle aussi, présenté des branchies, qui plus tard se seraient modifiées considérablement, en s'adaptant à de nouvelles fonctions, et qu'il faudrait retrouver dans les organes affectés à ces fonctions nouvelles. Nous avons laissé entrevoir plus haut que c'était bien là ce qui semblait s'être passé, et que, suivant Dohrn, c'était naguère aux dépens de branchies que s'étaient constitués chez le Vertébré en évolution les organes des sens, la fossette olfactive en particulier. Cette manière de voir se trouve sanctionnée par les faits que Beard a décrits [1] et qui ont été retrouvés depuis par d'autres auteurs (Froriep, Kastschenko). Beard pense, s'appuyant sur des considérations anatomiques que nous laissons de côté, qu'à chaque branchie correspond chez l'embryon très jeune un organe sensoriel rudimentaire que constituent un épaississement de la paroi ectodermique et un renflement ganglionnaire d'un nerf. Seulement dans les branchies destinées chez l'embryon plus âgé à subsister comme telles sous la forme de fentes branchiales, *l'organe sensoriel branchial* s'atrophie et disparaît. Au contraire il prend le dessus dans les autres branchies et, se différenciant d'une certaine manière, représente l'ébauche de l'un des organes des sens de l'adulte. Suivant Beard les organes des sens branchiaux, limités actuellement à la région céphalique, y caractériseraient la métamérie branchiale.

La métamérie branchiale, telle qu'elle est réalisée ontogénétiquement, imprime donc à la métamérie de la tête un cachet qui la distingue de celle du tronc.

A part cela, nous n'aurions plus qu'à reconnaître que la tête tout entière n'est que la partie antérieure du tronc, métamérisée comme lui, quoique d'une façon beaucoup moins schématique, s'il ne nous fallait encore dans cet exposé tenir compte de certaines opinions, ayant des faits pour bases, qui viennent compliquer notre proposition.

Les recherches faites sur le développement et la constitution du crâne ont montré, il y a longtemps déjà, que la corde dorsale que l'on sait être animée comme la tige directrice du squelette axial, ne se prolonge pas dans toute l'étendue du crâne, mais s'arrête dans la région de la fosse pituitaire. On a donc pu distinguer une portion cordale et une partie précordale du crâne, et, comme la corde était considérée comme le point de départ de toute formation vertébrale, on fut amené à penser que la portion cordale seule était composée de vertèbres, et à l'opposer sous le nom de *partie vertébrale du crâne* à la région antérieure nommée *partie prévertébrale du crâne* (Gegenbaur) [1]. Cette dernière fut considérée comme secondaire et surajoutée, par suite du développement des organes olfactif et optique; elle échappe, dit Gegenbaur, à toute considération analytique. Voilà donc une distinction à faire entre la region antérieure et la région postérieure du crâne et peut-être de la tête entière. Le crâne était alors l'unique objet qui préoccupât les anatomistes curieux de résoudre la question de la signification de la tête des Vertébrés. Aujourd'hui que le champ du problème s'est agrandi, et que l'étude du crâne dans cet ordre d'idées est passée au second plan, C. Rabl a pu appliquer à tous les organes de la tête la division de Gegenbaur, et distinguer non plus seulement deux régions crâniennes, mais deux régions céphaliques [2]. Il y a lieu, dit Rabl, de distinguer dans la tête des Vertébrés deux parties ontogénétiquement et phylogénétiquement différentes : une antérieure plus grande, non segmentée, une postérieure plus petite, segmentée. La vésicule auditive marque la limite de ces deux régions. La région antérieure, la tête antérieure, renferme quatre somites; la région postérieure, la tête postérieure, en contient cinq. Mais tandis que dans cette dernière le mode de formation des somites est calqué sur celui des somites du tronc, il se fait dans la tête antérieure d'une manière toute différente, si bien que les somites de celle-ci ne méritent pas à proprement parler leur nom et ne sont pas de véritables segments [3]. La tête antérieure, outre le nerf olfactif et le nerf optique, ne renferme que deux nerfs, le trijumeau et le facial. A la tête postérieure appartiennent les nerfs crâniens qui

---

[1] Beard. The system of branchial sense organs and their associated ganglia in Ichthyopsidæ. (*Quart Journ. of micr Science*, 1885.)

[1] La valeur de cette distinction est toutefois mise en doute par les autres observations qui établissent que la corde se prolonge jusqu'à l'extrémité antérieure de la tête. (Houssay, loc. cit; Keibel, Zur Entw. der Chorda, bei Saügern (*Arch. für Anat. und Phys.*, Anat. Abth. 1889.)

[2] C. Rabl. Theorie des Mesoderms (*Morphol. Jahrbuch*, Bd. XV, H. 2, 1889, en cours de publication.)

[3] Il convient de signaler à ce propos l'intéressante remarque suivante due à Rabl. On sait que les somites sont le résultat de la segmentation du mésoderme. D'autre part chez l'Amphioxus (qui n'a pas de tête, qui est un Acraniote) les somites s'étendent jusqu'à l'extrémité antérieure du corps; le premier somite envoie seulement en avant un prolongement mésodermique non segmenté. Partant de là, Rabl compare au prolongement mésodermique du premier somite chez l'Amphioxus (qui n'a pas de tête) les somites de la tête antérieure des Vertébrés craniotes qui, nous l'avons vu, ne sont pas de vrais segments. De là à dire que la tête antérieure des Craniotes est l'homologue, et seule l'homologue, d'un rudiment céphalique de l'Amphioxus, il n'y a qu'un pas.

naissent derrière le facial, et qui seuls se comportent comme des nerfs spinaux [1].

La métamérie du tronc des Vertébrés ne s'étendrait pas à la tête tout entière, mais seulement à la région postérieure de celle-ci, à la tête postérieure. Il y aurait une région antérieure distincte de la précédente et du tronc, une tête antérieure, en quelque sorte surajoutée.

Déjà Dohrn s'est élevé contre la solution que C. Rabl pense pouvoir donner du problème de la tête des Vertébrés [2], et il annonce un travail d'ensemble intitulé « Nouvelles bases d'une critique de la métamérie céphalique [3] ».

IV

L'ensemble des métamérisations partielles, des segmentations d'organes que nous venons d'énumérer forme la métamérie céphalique. Il s'en faut cependant que des segments appartenant à des organes différents coïncident, et puissent être rattachés exactement à un même métamère céphalique. L'état actuel de la science ne permet pas encore de présenter une formule aussi simple de la métamérisation de la tête. Au contraire il y a actuellement dans la tête plusieurs métaméries qui chevauchent les unes sur les autres, qui s'intriquent et s'embrouillent, confusion certainement apparente qui tient aux remaniements multiples que le type original a subis, aux déformations nombreuses du schéma primitif, et aussi, il faut bien le dire, à l'imperfection de nos connaissances.

Quoi qu'il en soit, quelle que soit la manière dont on veuille se la représenter, la métamérie céphalique existe : notre tête est formée, totalement ou en partie, d'anneaux, comme celle d'un Ver. Nous avons fait pressentir au début les conséquences qu'entraîne la constatation d'une semblable disposition, en essayant de montrer l'importance de cette constatation au point de vue de l'histoire phylogénétique des Vertébrés : elle fait de nous des descendants des Vers.

Oui, il faut nous résigner à l'idée d'une aussi misérable origine, et si nous étions tentés, à l'exemple de certains esprits aussi chagrins qu'orgueilleux, de nous en affliger, nous devrions aussitôt nous rappeler le mot d'Haeckel, déclarant aimer mieux être « la postérité perfectionnée d'un ancêtre simien » (nous dirions même aujourd'hui annelé) « qu'un rejeton dégénéré ». Pensée bien autrement consolante, que celle que nous pourrions avoir, en nous attribuant une haute origine, dont nous serions misérablement déchus !

Dr A. Prenant,
Chef des travaux histologiques à la Faculté de Médecine de Nancy.

LA ROTATION DE MERCURE, D'APRÈS M. SCHIAPARELLI [4]

Mercure est une planète qui ne jouit pas d'une bonne réputation auprès des astronomes. Sa théorie laisse à désirer, et ce qu'on sait de sa constitution physique se réduit à bien peu de chose. Comme elle n'a pas de satellites, on a été longtemps réduit à une hypothèse pour évaluer sa masse. Des géomètres, comme Lagrange et Laplace, supposèrent que les densités des planètes suivent une certaine loi, qu'elles sont réciproquement proportionnelles à leurs moyennes distances au Soleil, et, du volume de Mercure et de sa densité ainsi calculée, ils conclurent pour sa masse le nombre 1/2.025.810. Laplace ajoutait judicieusement que c'était là « une hypothèse fort précaire ». Encke, d'après les perturbations que Mercure avait fait subir à la comète à courte période (celle qui porte son nom) calcula directement sa masse et trouva un nombre inférieur à la moitié de celui de Laplace, 1/4.865.750. Tout récemment M. Backlund, reprenant les mêmes problèmes avec des données tirées de la même comète, est arrivé à 1/2.668.700. Le Verrier, dans sa théorie des planètes moyennes, Mercure, Vénus, la Terre et Mars, donna d'abord un nombre peu différent de celui d'Encke, pour s'arrêter à celui-ci : 1/5.310.000, adopté aujourd'hui par le Bureau des longitudes. Enfin, en soumettant les résultats antérieurs à une discussion nouvelle,

[1] Ici encore Rabl trouve un rapprochement des Vertébrés avec l'Amphioxus. Dans la région céphalique rudimentaire de cet animal existent de chaque côté deux nerfs que l'auteur homologue aux nerfs de la tête antérieure des Vertébrés, savoir au trijumeau et au facial. Tous les nerfs qui chez l'Amphioxus naissent derrière ceux-là sont des nerfs spinaux, de même que doivent être rangés parmi les nerfs spinaux les nerfs de la tête postérieure des Craniotes.

[2] Dohrn. Bemerkungen über den neuesten Versuch einer Lösung des Wirbelthierkopf-Problems (*Anat. Anz.*, nos 2-3, 1890.)

[3] Ce travail vient de paraître in *Mitth. aus der Zool. Station zu Neapel*, 1890.

[4] Schiaparelli. — *Sulla rotazione e Sulla costituzione fisica del pianeta Mercurio*, discorso di G. B. Schiaparelli (Reale Accademia dei Lincei Estratto dal vol V, 2° sem. Serie 4°. Rendiconti. Adunanza solenne 'dell 18 dicemb. 1889; et *Sulla rotazione di Mercurio*, di G. V. Schiaparelli (Abdruck aus den Astronomische nachrichten, no 2944).

un astronome anglais le professeur Harkness vient de trouver pour la masse de Mercure 1/8.504.569. On peut voir, par ces nombres, dans quelles larges limites se meut l'évaluation de cet élément si important pour la théorie de la planète.

I

L'incertitude n'est pas moindre pour les données qui peuvent éclairer les astronomes sur la constitution physique de Mercure.

Il n'y a pas encore un siècle qu'on ne savait rien de son mouvement de rotation. L'existence et la détermination d un tel mouvement exigent qu'on puisse observer télescopiquement des accidents plus ou moins permanents de la surface du disque, par exemple des taches brillantes ou des taches obscures. Or Mercure est d'une observation difficile; il s'éloigne peu du Soleil, et, surtout dans nos latitudes, il s'élève à une faible hauteur au-dessus de l'horizon, même lorsqu'il atteint son maximum d'élongation occidentale ou orientale. Sa lumière, très vive, scintille fortement; elle est d'ailleurs plongée dans des couches brumeuses et l'agitation de l'air ne permet que bien rarement d'obtenir des images nettement définies.

C'est dans les dernières années du XVIIIe siècle (1799-1801), que Schrœter et Harding firent, à Lilienthal, les premières observations un peu suivies de Mercure, et ils purent en conclure un mouvement de rotation de $24^h 5^m$. Des indentations ou échancrures de la ligne de séparation de l'ombre et de la lumière, une troncature de la corne australe du croissant, une tache noire dans une bande nébuleuse du disque, par leurs apparitions et disparitions successives, servirent à ces deux astronomes à établir la réalité du mouvement de rotation et à en fixer la durée. Plus tard (1813) Bessel discuta à nouveau les observations de Schrœter et de Harding, et trouva en définitive un nombre un peu plus petit, $24^h 0^m 52^s{,}97$ de temps moyen. Ce résultat (l'*Annuaire du Bureau des longitudes* donne $24^h{,}50^s$) était accepté par tous les astronomes, bien qu'il n'ait été confirmé par aucune observation postérieure. Il semblait d'autant plus probable, qu'il se rapprochait des durées de rotation des 3 autres planètes du même groupe. Vénus $23^h 51^m$, la Terre $23^h 56^m$ et Mars $24^h 37^m$.

Or voici qu'un astronome italien, qui a fait ses preuves comme observateur habile et consciencieux, le directeur de l'observatoire de Brera (Milan), M. Schiaparelli vient renverser de fond en comble tout ce qu'on croyait si bien établi par les observations de Schrœter et les calculs de Bessel. D'après lui, la durée de la rotation de Mercure, au lieu d'être d'un jour moyen environ, ne serait pas moindre de 87j 869, c'est-à-dire égale à la révolution sidérale de la planète. Mercure présenterait sous ce rapport une particularité qui semblait réservée jusqu'ici aux satellites, à la Lune notamment et à plusieurs des satellites de Jupiter ou de Saturne. Un tel résultat demande à être justifié par des observations décisives et exige qu'on entre dans quelques détails. C'est ce que nous allons faire en nous appuyant sur deux notes publiées par M. Schiaparelli, l'une dans les *Astronomische Nachrichten*, l'autre dans les bulletins de la *Reale Accademia dei Lincei* (déc. 1889).

Les études de l'observateur italien n'ont pas duré moins de sept années, depuis 1882 jusqu'en 1889. Mais c'est principalement en 1882 et 1883 qu'il put réunir la série la plus nombreuse et la plus suivie d'observations de la planète pendant sept révolutions synodiques successives. Il obtint ainsi 150 dessins du disque à différentes phases. Pour arriver à un tel résultat, malgré les interruptions forcées pendant les périodes des conjonctions inférieures et supérieures (trente-six jours en moyenne), M. Schiaparelli adopta un mode d'observation généralement inusité avant lui. Négligeant le plus souvent les observations de pleine nuit, c'est le soir avant le coucher du Soleil, ou le matin après son lever qu'il pointait son télescope (un réfracteur de Merz de 8 pouces) sur la planète. Il évitait ainsi l'obstacle le plus ordinaire à une bonne visibilité c'est-à-dire les agitations des couches d'air voisines de l'horizon (1). D'ailleurs, la présence des rayons solaires n'est pas à son avis un aussi grand obstacle qu'on le pourrait croire. « Sans prendre aucune disposition spéciale pour éliminer du télescope les rayons solaires, j'ai pu dit-il, dessiner plusieurs fois Mercure à quelques degrés du Soleil. Un de mes meilleurs dessins a été pris le 11 août 1882, à $20^h 27^m$ de temps moyen, Mercure n'étant distant du limbe solaire que de 3° 2′. Le disque de la planète se montrait alors parfaitement rond, avec une lumière à peu près uniforme, et, bien que son diamètre apparent fût réduit à 4″ ou 5″, la position des taches visibles put être évaluée avec une grande certitude. »

(1) « Sotto la nostra latitudine è impossibile fare osservazioni utili di Mercurio, durante la notte completa, ed anche nei crepusculi riescono raramente, trovandosi il pianeta troppo basso per poter usare delle amplificazione necessarie al presente scopo, le quali in nessun modo possono essere inferiori à 200. Volendo dunque ottenere una serie alquanto continuata, ho dovuto risolvermi a fare le osservazioni col Sole sull' orizzonte; le quali, quando l'aria è pura e quieta, riescono bene d'inverno a qualunque ora del giorno; in autumno e in primavera nelle mattutine. Più difficili sono dell' estate, a cagione dei molti vapori che il Sole solleva dalla nostra acquosa pianura, e più ancora in conseguenza della quasi perenne agitazione prodotta nell' atmosfera dal forte riscaldamento del suolo e degli edifizi della vasta città, che circonda l'Osservatorio da ogni parte. »

II

La méthode et les procédés d'observation étant connus, voyons quels résultats obtint M. Schiaparelli et quelles conséquences il tira de leur comparaison.

Mercure observé deux jours de suite à la même heure solaire, présentait identiquement le même aspect : mêmes taches, claires ou obscures, occupant à peu près la même position sur le disque apparent. Que l'intervalle soit de deux, trois ou quatre jours solaires complets, la différence d'aspect est peu considérable, si l'on tient compte du changement de forme et de l'amplitude des phases visibles. De tous les faits relatifs à la rotation de Mercure, celui-là est le plus évident, et le plus anciennement connu. Il résulte des observations de Schrœter et aussi de celles d'un astronome contemporain, M. L. de Ball, qui vit une tache le 24 juillet 1882 et, quatre jours après, la revit à la même heure et avec le même aspect. Ce fait n'admet que trois interprétations : *a*) la planète effectue sa rotation en vingt-quatre heures environ ; *b*) ou elle fait deux ou plusieurs rotations entières dans le même intervalle ; *c*) ou enfin le mouvement de rotation est assez lent pour n'être pas sensible d'un jour à l'autre. Laquelle de ces trois hypothèses doit être adoptée ?

Or, d'après M. Schiaparelli, un fait non moins évident que le premier, résultant pareillement d'observations réitérées, va trancher cette question. En observant le disque de Mercure plusieurs fois dans la même journée, à des intervalles de plusieurs heures, il constata encore que ce disque conservait le même aspect. Même résultat, en observant dans deux journées consécutives, de manière que l'intervalle fût sensiblement plus grand ou plus petit que vingt-quatre heures. Un tel résultat exclut manifestement les deux premières hypothèses ; il est en contradiction complète avec la durée de rotation de Schrœter, « ce que je n'oserais affirmer, dit M. Schiaparelli, si je n'avais eu maintes et maintes fois l'occasion d'en faire la preuve. La rotation de Mercure ne s'effectue pas en un jour, ni en une fraction de jour, mais elle se fait avec une grande lenteur. »

Il restait à déterminer la durée de cette rotation.

Pour y parvenir, l'astronome italien compara l'aspect présenté par le disque de Mercure et la position respective de ses taches, aux époques des diverses révolutions synodiques, correspondant à des situations identiques de la planète, de la Terre et du Soleil. Il trouva encore que l'aspect général des taches restait le même, à de faibles différences près, vers le cercle terminateur de l'ombre. « Ainsi, par exemple, dit-il, le grand système de taches *w a b k i*, qui occupe toute la partie droite du planisphère (fig. 1) joint au présent article, avec une forme tout à fait semblable à celle du chiffre 5,

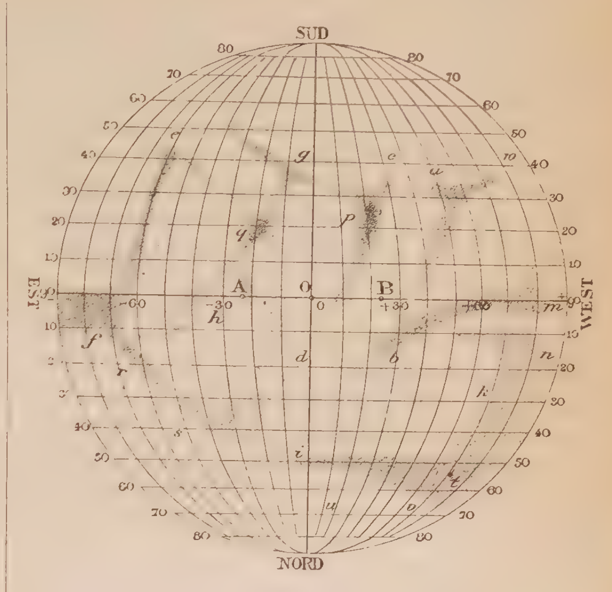


Fig. 1. — Mercure et ses taches, d'après les observations de M. Schiaparelli (1882-1887). — A, B, points de l'équateur limitant les régions de Mercure qui voient le Soleil à leur zénith dans le cours d'une révolution.

est caractéristique de l'aspect du disque dans les élongations orientales maxima, lorsque Mercure se montre presque éclairé à moitié. Pendant les deux années 1882 et 1883, j'ai pu observer avec quelque continuité six élongations orientales aux dates suivantes :

1882	4 fév., 10 fév.	1882	3 mai, 11 mai.
—	24 mai, 31 mai,	—	4 sept., 8 sept.
—	19 sept., 30 sept.	—	20 déc.

et des observations semblables ont été faites dans deux autres élongations orientales à la fin de juin 1886 et dans les premiers jours de mars 1887 ; toujours ces taches furent visibles, un peu plus un peu moins immergées dans l'ombre de la planète. » M. Schiaparelli, après avoir cité d'autres faits confirmatifs des précédents, conclut en disant que leur ensemble démontre « que Mercure tourne autour du Soleil à fort peu près de la même manière que fait la Lune autour de la Terre, et Japet autour de Saturne, présentant au Soleil (non sans certaines oscillations) constamment le même hémisphère de sa surface. » D'où la conséquence que la durée de rotation de Mercure est égale à celle de sa révolution sidérale ou en nombres ronds à 88 jours moyens (87,969). Tout en admettant qu'il puisse y avoir entre les deux périodes une différence de

0,001 de leur valeur, il incline à croire que cette différence est rigoureusement nulle.

III

M. Schiaparelli n'a pu déterminer la direction précise de l'axe de rotation sur le plan de l'orbite. La difficulté des mesures exactes dans la position des taches ne lui a pas permis de résoudre ce point important du problème. On sait que, d'après Schrœter, l'axe ne faisait avec le plan en question qu'un angle de 20°. La réduction des positions des taches sur les dessins obtenus à Brera laisse penser que cet axe n'est pas éloigné d'être perpendiculaire à l'orbite de Mercure. Cet angle n'est certainement ni de 23° ni de 25° comme dans le cas de la Terre et de Mars; tout au plus pourrait-il arriver au tiers, 8° à 9°. Provisoirement M. Schiaparelli admet que l'équateur de Mercure coïncide avec le plan de l'orbite. C'est en partant de cette hypothèse qu'il a construit le planisphère où il a essayé de résumer, dans ses traits essentiels, la physionomie du disque de la planète, d'après les nombreux dessins des taches observées dans le cours des sept années qu'il a consacrées à leur étude.

Sur la ligne droite qui figure l'équateur (fig. 1), deux points A et B situés de part et d'autre du centre O, dont ils sont éloignés chacun de 23° 41′, marquent les deux régions extrêmes qui voient, à chaque révolution, le Soleil à leur zénith. La planète, en effet, dans ses deux mouvements simultanés de révolution et de rotation, ne présente pas toujours le même méridien au Soleil ou au foyer de l'orbite. Cela tient, d'après M. Schiaparelli, à ce que le mouvement de rotation de Mercure est uniforme. Il en résulte, étant donnée l'excentricité notable de l'orbite, une libration en longitude de part et d'autre du rayon vecteur, dont la période est de 88 jours et dont l'amplitude totale est le double de la plus grande équation du centre, soit de 47° 21′. Cette uniformité était à prévoir; mais, pour en vérifier l'exactitude, M. Schiaparelli calcula la longitude d'une tache, assez nettement définie, (la tache marquée de la lettre *q* sur le planisphère) sur une série de 23 dessins pris à des époques où l'équation du centre était tantôt positive, tantôt négative, soit en partant de l'hypothèse que la rotation de Mercure est uniforme, soit en supposant que cette rotation suive la marche de l'anomalie vraie, ou si l'on veut que la planète, semblable à un aimant, s'oriente toujours vers le Soleil, se tenant constamment au zénith du point O, origine des longitudes. Les résultats de ce double calcul donnent pour la tache en question, dans la première hypothèse, des valeurs de la longitude suffisamment concordantes, tandis que, dans le second cas, la moyenne des longitudes correspondant à l'équation du centre positive est totalement différente de celle répondant à l'équation du centre négative.

Le mouvement de rotation de Mercure est donc uniforme, résultat que l'on pouvait prévoir.

Telles sont, en résumé, les principales conclusions du savant astronome italien. Nous n'avons pas besoin de dire que, sur plus d'un point, elles méritent d'être confirmées. Comme il en convient lui-même, les taches du disque de Mercure sont loin d'être bien définies, et, le plus souvent, elles sont à peine perceptibles, rendant ainsi fort difficiles des mesures précises. Il va sans dire qu'il sera important de les voir confirmés par d'autres observateurs placés dans des conditions aussi favorables que celles de Brera; ils pourront d'ailleurs bénéficier de la méthode suivie par M. Schiaparelli pour étudier Mercure sans avoir à craindre les agitations des basses couches de l'atmosphère. Si, comme on doit l'espérer et comme le fait présumer la grande habileté de l'éminent astronome italien, les nouvelles observations établissent d'une façon décisive l'égalité des moyens mouvements de rotation et de révolution de Mercure, il y aura lieu d'en tirer les conséquences, à deux points de vue, l'un et l'autre fort intéressants.

Il sera, tout d'abord, curieux de chercher ce que peut être la météorologie de Mercure, dans les singulières conditions où cette planète se trouve placée par la singularité de son mouvement de rotation, combinée avec sa proximité du Soleil et la forte excentricité de son orbite. M. Schiaparelli a abordé en partie cette question dans celle de ses deux notes qu'il a adressée à la *Reale Accademia dei Lincei*. Il y insiste notamment sur ce fait que la surface de Mercure est ainsi partagée en trois parties d'inégale étendue, l'une qui a toujours le Soleil sur son horizon, l'autre qui a des jours et des nuits, la troisième qui ne voit jamais les rayons solaires. Les lecteurs de la *Revue* développeront d'ailleurs aisément eux-mêmes les conséquences de cette singulière distribution de la lumière et de la chaleur du Soleil sur la planète, conséquences qui doivent donner à la constitution physique de Mercure une physionomie si originale.

Mais il sera peut-être plus intéressant encore d'examiner si le fait de l'égalité des mouvements de rotation et de révolution peut trouver une explication plausible dans l'hypothèse cosmogonique de Laplace. Tout ce qui touche à ce grave et difficile problème des origines et de la formation du monde solaire a une importance philosophique et scientifique que l'on ne saurait méconnaître. On sait que l'existence des anneaux intérieurs de Saturne, la

faible distance et le mouvement rapide des deux satellites de Mars ont nécessité dans la théorie ébauchée par notre grand géomètre des additions et corrections sans lesquelles elle se fût trouvée en défaut (1). La nouvelle rotation de Mercure constituerait-elle un cas nouveau, incompatible avec l'hypothèse primitive ou avec l'hypothèse modifiée?

On comprend avec quelle réserve nous nous permettons de poser la question et d'indiquer dans quel sens il nous semble qu'elle sera résolue.

Laplace a donné l'explication de l'égalité des mouvements de rotation et de révolution de la Lune. Notre satellite, en vertu de sa rotation, est légèrement aplati à ses pôles; mais l'attraction de la Terre sur la Lune encore fluide a allongé son axe dirigé suivant le rayon vecteur, d'où la tendance de cet axe, le plus grand des trois, à conserver cette direction, sauf un léger mouvement de libration, l'attraction terrestre agissant ainsi sur notre satellite de la même manière que la pesanteur agit sur un pendule pour le ramener à la verticale.

Or, ne peut-on admettre que Mercure s'est trouvé vis-à-vis du Soleil dans le cas de la Lune vis-à-vis de la Terre? D'après M. Edouard Roche, ce cas a dû se réaliser pour toutes les planètes : « Sous cette action (l'attraction du Soleil sur la planète à l'état de vapeurs), dit-il, l'atmosphère planétaire s'allonge dans le sens du rayon qui joint son centre au Soleil. De cet allongement résulte une tendance de la nébuleuse à tourner constamment vers le Soleil les mêmes points de sa surface. Ainsi s'établit l'égalité entre les mouvements de rotation et de translation de la planète, égalité qui pour une raison analogue a lieu aujourd'hui chez la Lune, et qui a dû se rencontrer chez toutes les planètes dans la première phase de leur existence. »

Si l'on admet ces vues du savant et regretté professeur, deux raisons militent en faveur de leur application à la rotation actuelle de Mercure. En premier lieu, selon l'hypothèse cosmogonique de Laplace, Mercure est, de toutes les planètes connues la plus récemment formée. Il est donc possible qu'elle soit encore dans cette période primitive où les deux mouvements de rotation et de révolution ont conservé leur égalité. De plus, sa proximité du Soleil est telle, que l'on conçoit que l'attraction solaire prépondérante ait pu maintenir l'égalité en question même au delà de la première phase de l'existence de la planète. Ainsi se trouverait, selon nous, expliquée la rotation de Mercure telle qu'elle résulte des travaux de M. Schiaparelli. Nous hasardons cette réponse à la question posée, qui mérite évidemment une étude plus approfondie, laissant à de plus compétents et à de plus autorisés que nous la solution rigoureuse du problème.

A. Guillemin.

(1) Voy. l'*Essai sur la constitution et l'origine du système solaire*, par Edouard Roche, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, et aussi le récent ouvrage de M. Faye *Sur l'origine du monde*, théories cosmogéniques des anciens et des modernes.

LA THÉORIE DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

Si l'on excepte la télégraphie et la téléphonie, le prix de l'énergie électrique intervient directement dans ses autres applications telles que l'éclairage, le transport du travail, les réactions chimiques, etc. Dans l'état actuel de la question un abaissement même modéré du prix de revient peut amener des conséquences très importantes pour ces industries. On comprend donc tout l'intérêt qui s'attache à l'étude de la production industrielle de l'énergie électrique.

Parmi les nombreux phénomènes physiques et chimiques qui sont accompagnés d'un développement d'électricité il en est peu qui aient pu être utilisés industriellement jusqu'à ce jour. Les procédés les plus importants sont les suivants :

1° Transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique par les machines dynamo-électriques.

2° Transformation d'une partie de l'énergie chimique des combinaisons en énergie électrique au moyen de piles hydro-électriques.

3° Transformation directe de la chaleur en énergie électrique au moyen de piles thermo-électriques.

Le premier procédé est de beaucoup le plus important et le seul que nous considérerons en détail.

Le deuxième procédé ne peut subsister en grand qu'en trouvant comme dans l'industrie du gaz un écoulement rémunérateur des sous-produits, c'est-à-dire des sels qui se forment dans les piles pendant la production du courant électrique.

Quant aux piles thermo-électriques, elles n'ont pu être amenées jusqu'à présent à un rendement suffisant pour les grandes applications. Celles-ci sont au nombre de trois :

1° L'éclairage.

2° La transmission du travail.

3° Certaines industries chimiques.

Dans ces trois domaines l'électricité commence à lutter avantageusement avec le gaz et les machines à vapeur.

Un mètre cube de gaz brûlé dans des brûleurs ordinaires donne environ en lumière l'équivalent de huit becs carcels pendant 1 heure ; le même mètre cube de gaz transformé d'abord en travail par l'intermédiaire d'un moteur à gaz, puis en énergie électrique par une dynamo peut donner jusqu'à 16 carcels en employant des lampes à incandescence et bien plus en employant des arcs électriques. L'amortissement du moteur et la surveillance rendent seuls, dans la plupart des cas, la lumière électrique plus chère.

A la base de toutes ces applications se placent les producteurs d'énergie électrique, c'est-à-dire les machines dynamo-électriques dont nous allons nous occuper spécialement.

I

Ces machines reposent sur le principe d'induction découvert par Faraday.

Lorsqu'un fil d'une longueur l se déplace dans un champ magnétique d'intensité H avec une vitesse v perpendiculairement aux lignes de force, il se trouve le siège d'une force électro-motrice, exprimée ainsi dans les unités nouvelles :

$$\mathrm{H} l v \, 10^{-8}$$

Dans toutes les bonnes machines dynamos les champs magnétiques varient entre 3000 et 7000 unités C. G. S ; il est impossible, pour des raisons mécaniques et économiques, de dépasser ce chiffre.

La vitesse v peut varier entre 500 et 6000 cm par seconde et encore cette dernière vitesse n'a été atteinte que dans les dynamos de M. Parsons accouplées à sa turbine à vapeur et faisant de 8 à 10000 tours par minute, et dans certaines machines Ferranti de grandes dimensions ; dans des machines ordinaires v reste entre 1000 et 2500 tours.

Si nous admettons pour H 7000 et pour v 2500, nous trouvons que la force électro-motrice, induite par cm de longueur du conducteur est de

$$7000 \times 1 \times 2500 . 10^{-8} = 0{,}175 \text{ volt.}$$

Or, comme dans la pratique nous nous servons couramment de tensions de 110 volts et plus, jusqu'à plusieurs milliers on voit qu'il serait matériellement impossible de produire cette force électro-motrice au moyen d'un conducteur rectiligne ; il fallait trouver un moyen de multiplication.

Au lieu d'un fil rectiligne prenons une boucle se déplaçant dans le champ magnétique. La force électro-motrice induite le long de toute la boucle en la contournant est égale à la somme algébrique des forces électro-motrices induites le long de ses éléments, ce qui revient à dire que cette force électro-motrice est égale au taux de variation des lignes de force dans la boucle : s'il en restait en effet autant qu'il en rentre, la somme algébrique des forces électro-motrices induites le long des éléments de la boucle serait 0.

Si le fil fait plusieurs spires sur lui-même et forme une bobine et non plus une boucle, les forces électro-motrices s'ajouteront tout simplement et en multipliant le nombre de spires on peut arriver au voltage que l'on voudra ; la limite n'est imposée que par l'isolement.

La force électro-motrice ainsi produite sera, comme on le sait, alternativement positive et négative, la variation du flux étant périodique.

En groupant autour d'un axe mobile des bobines semblables, et en reliant entre elles celles qui sont semblablement placées par rapport aux champs magnétiques fixes, nous avons constitué une machine à courants alternatifs.

En inversant, au moyen du commutateur, les contacts du circuit induit avec le circuit extérieur au moment du changement de sens du courant induit, on peut obtenir un courant toujours de même sens dans le circuit extérieur. Mais ce courant restera fortement ondulé.

Supposons maintenant que les bobines de l'induit soient subdivisées en sections (d'un petit nombre de tours) déplacées les unes par rapport aux autres d'une façon continue tout en restant reliées entre elles de la même manière, c'est-à-dire en série les unes sur les autres, avec des contacts frottants ou balais prenant le courant juste à l'endroit où la force électro-motrice induite change de sens, de cette manière l'inversion des jonctions ne se produit que pour un petit nombre de spires à la fois et le courant ne descend jamais jusqu'à 0 dans le circuit extérieur : il ondule simplement un peu autour d'une valeur moyenne et peut pratiquement être considéré comme constant (fig. 1).

Nous sommes amenés ainsi aux véritables machines à courants continus telles qu'elles sont employées maintenant. Pacinotti le premier réalisa cette disposition à Bologne en 1864, mais il fallut que Gramme la réinventât en 1869 pour qu'elle prît la place que l'on sait dans le domaine de la pratique.

Les progrès, après avoir été très lents jusqu'en 1880 à peu près, se sont précipités à la suite d'études entreprises surtout en Angleterre. Les travaux de Hopkinson et de Kapp méritent d'être mentionnés tout particulièrement.

Les principales qualités que l'on cherche à obtenir au point de vue du fonctionnement sont : un facile entretien; peu d'usure; un bon rendement; et dans beaucoup de cas la légèreté.

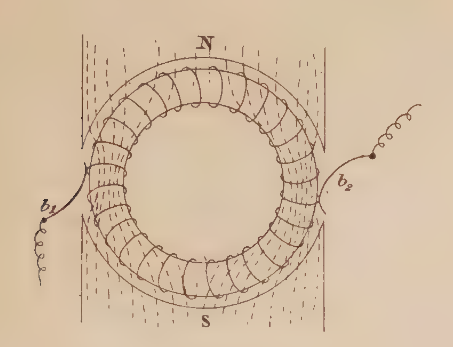


Fig. 1.

Au point de vue de l'usure la partie la plus délicate est formée par le collecteur et les balais.

Toute bonne machine doit marcher sans étincelles ; sans cela le collecteur et les balais seraient rapidement usés ; une machine, quelles que soient ses autres qualités, ne sera pas pratique tant que cette condition ne sera pas remplie.

Le rendement des bonnes machines est très élevé ; il varie entre 85 et 92 0/0, c'est-à-dire que 85 à 92 0/0 de l'énergie mécanique fournie à la poulie de la machine sont disponibles sous forme d'énergie électrique aux bornes.

Il n'existe probablement pas de transformateur d'énergie aussi parfait.

Les 8 a 15 0/0 de l'énergie totale qui sont perdus sont transformés en chaleur à l'intérieur de la machine, et c'est cette chaleur qui limite par l'échauffement qu'elle produit la puissance d'une machine donnée. Pour la conservation de l'isolant on ne peut admettre en effet une température dépassant 70° à 80°. Cet échauffement est directement proportionnel à la quantité de chaleur produite et inversement à la surface refroidissante.

La pratique a montré qu'il faut ménager une surface refroidissante de 8 à 10 centimètres carrés par watt transformé en chaleur dans les inducteurs qui sont immobiles ; tandis que trois à quatre centimètres carrés suffisent pour l'induit qui, étant en mouvement, se ventile mieux.

De là on peut tirer cette conclusion curieuse, c'est que de deux machines de même puissance chauffant à la même température par une marche prolongée, c'est la plus petite qui aura le meilleur rendement puisque sa surface refroidissante étant plus petite il faut que la quantité de travail transformée en chaleur chez elle soit aussi plus faible que dans la machine plus grande ; cette manière de comparer le rendement des machines a cet avantage qu'elle comprend toutes les pertes d'énergie provenant du passage du courant dans le fil, des courants parasites, de l'aimantation et desaimantation successive du fer, des frottements, etc.

Une amélioration de rendement amène par conséquent la diminution des dimensions de la machine pour une puissance donnée.

Les pertes dans une machine proviennent des différentes causes suivantes :

1° Passage du courant dans le fil : cette perte est indépendante de la vitesse et est proportionnelle au volume du cuivre en centimètres multiplié par le carré de la densité du courant (nombre d'ampères par unité de section de fil.)

2° Des courants parasites qui se développent soit dans le fer, soit dans le fil même ; cette perte est proportionnelle au carré de la vitesse ; dans les bonnes machines elle est réduite à peu de chose par une subdivision rationnelle du fer et des fils, mais elle ne peut être évitée complètement. C'est dans ce but que l'on construit les induits soit en fils de fer isolés, soit en feuilles de tôle isolées entre elles par du papier ou autrement.

3° De *l'hysteresis* (1) du fer, c'est-à-dire du travail qu'il faut dépenser pour aimanter et désaimanter continuellement le fer ; ce travail est proportionnel au volume du fer et au nombre des changements d'aimantation ; il est donc proportionnel au nombre de tours de la machine (il croît même un peu plus vite, mais suivant une loi peu connue).

Cette perte par hystérésis dépend aussi de la qualité du fer employé et ce n'est pas un des moindres embarras du constructeur que de trouver le fer qu'il lui faut sans être obligé de recourir au fer de Suède qui est très coûteux.

4° Des frottements divers, balais contre le collecteur arbre dans ses paliers, l'induit dans l'air, etc.

De ces pertes les plus importantes surtout pour les grosses machines sont celles qui proviennent de l'hystérésis et du passage du courant dans le fil, puisqu'on ne peut les supprimer par la construction aussi soignée et aussi bonne qu'elle soit, elles sont du même ordre de grandeur, dans beaucoup de cas à peu près égales et forment ensemble à peu près les 80 0/0 de la perte totale.

II

Considérons maintenant la manière dont l'énergie mécanique se transforme en énergie électrique dans une machine dynamo-électrique.

Appelons H l'intensité du champ magnétique, δ la densité du courant, V le volume utile de cuivre (c'est-à-dire le volume de cuivre se trouvant à un

(1) Professeur Ewing, Philosophical Transactions.

moment donné dans les champs); v la vitesse avec laquelle les fils se déplacent dans les champs; l'énergie électrique E I développée dans l'induit sera :

$$P = H. V. \delta. v.$$

proportionnelle au produit de tous ses facteurs. Chacun de ces facteurs a été de la part des inventeurs l'objet de longues et patientes recherches; recherches d'autant plus compliquées que les variations de ces facteurs n'étaient pas arbitraires mais devaient être faites de manière à ne pas nuire au bon fonctionnement de la machine.

Le regretté Cabanellas a été un des premiers à appeler l'attention des physiciens sur l'importance du champ magnétique H et préconisa l'emploi des champs magnétiques puissants.

Dans la pratique actuelle les champs les plus employés varient, comme nous l'avons déjà vu plus haut, entre 3000 et 7000. Dans quelques machines nous avons réussi à obtenir pratiquement des champs de 7500 et 8000, mais dans ces cas il devient difficile de disposer dans l'induit suffisamment de fer pour laisser passer le flux magnétique, tout en réservant la place pour l'arbre.

Il y a quatre ou cinq ans, les notions des constructeurs étaient fort peu claires; on allait presque au hasard. La notion du flux magnétique ou des lignes de force a élucidé bien des points obscurs et a permis de comprendre plus clairement et d'une façon plus facile, plus élémentaire les phénomènes de l'aimantation. Cette notion qui provient encore de Faraday, comme la plupart de nos conceptions des phénomènes électriques et électro-magnétiques, a été développée depuis par Rowland et d'autres et appliquée aux machines d'une façon magistrale par Hopkinson et Kapp.

Cette notion consiste à assimiler l'aimantation à un flux (*flux magnétique*) ou courant analogue au courant électrique, l'espace dans lequel il se produit étant formé de matériaux de conductibilité différente. La force qui produit ce flux (analogue à la force électro-motrice qui produit le courant) étant la force magnéto-motrice ou inductrice produite par les bobines enroulées autour des électro-aimants, cette force est proportionnelle au nombre d'ampère-tours de ces bobines.

Le flux produit par cette force magnéto-motrice est inversement proportionnel à la résistance magnétique du circuit magnétique (analogue à la résistance électrique d'un circuit électrique). Le champ H étant directement proportionnel au flux, la puissance de la machine, toutes choses égales d'ailleurs, sera aussi proportionnelle au flux; il s'agit donc de produire le plus grand flux possible avec une quantité donnée de matière; c'est là un des principaux problèmes de la construction des machines dynamo-électriques.

Ce flux, comme nous venons de le voir, dépend de la force magnéto-motrice des bobines excitatrices et de la résistance magnétique du circuit. La force magnéto-motrice est simplement proportionnelle au nombre d'ampère-tours d'excitation, nous pouvons la modifier à volonté. Mais la résistance magnétique de la machine demande une étude plus sérieuse. Ce flux sortant des bobines excitatrices arrive à une des pièces polaires, traverse l'entrefer, passe par le fer de l'induit, traverse l'autre entrefer et rentre par la pièce polaire opposée dans la bobine excitatrice.

Au début, la résistance magnétique du fer est plus de mille fois plus faible que celle de l'air mais elle augmente avec l'intensité d'aimantation et finit par atteindre celle de l'air pour une aimantation *infiniment* grande.

Dans toute machine bien construite, les dimensions du fer doivent être choisies de manière à ce que la résistance totale opposée par le fer au flux magnétique soit beaucoup plus faible que la résistance de l'entrefer; en d'autres termes il faut que le fer présente partout une section suffisante au passage du flux sans étranglement. Dans le calcul il faut encore tenir compte de ce fait que toutes les lignes de force ne sont pas utiles; elles ne passent pas toutes à travers l'induit, une partie passe en dehors de celui-ci à travers l'air; il faut compter, suivant les formes des électro-aimants, que 15 à 50 0/0 des lignes de force sont ainsi perdues, et il faut augmenter en conséquence la section des électro-aimants. La figure 2 montre la disposition magnétique d'une machine bipolaire: les lignes pointillées figurent les lignes de force ou flux magnétique.

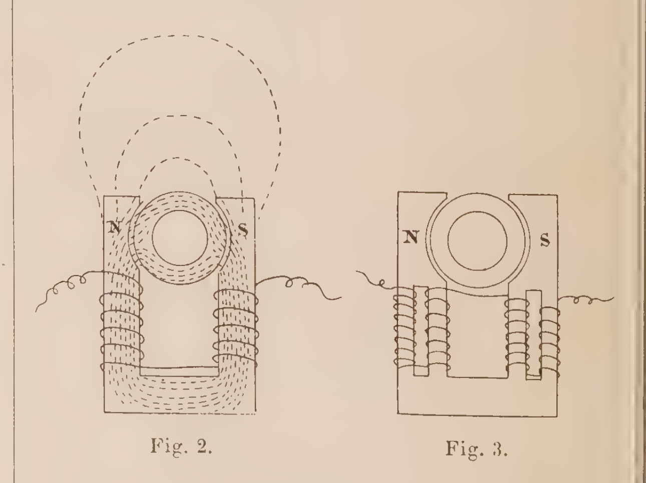


Fig. 2. Fig. 3.

Dans la pratique on admet un flux de 8 à 15.000 unités C.G.S., par centimètre carré pour les électro-aimants et de 16 à 22.000 pour l'induit. On se résigne à augmenter la densité des lignes de

force dans l'induit parce qu'il est très difficile d'augmenter la quantité de fer tout en laissant suffisamment de place pour les fils et pour l'arbre. Au lieu de faire un seul circuit magnétique ainsi que nous l'avons supposé, on peut pour éviter de trop grosses pièces, faire aboutir plusieurs circuits magnétiques aux pièces polaires (fig. 3); il faut dans ce cas exciter chacun de ces circuits par le même nombre d'ampère-tours que le circuit unique; on voit de suite que cette disposition est défavorable et qu'il faut dépenser beaucoup plus de fils pour obtenir le même flux. Dans certains cas cependant on a été conduit à adopter deux circuits magnétiques pour des raisons de symétrie et de construction (machines à pôles conséquents) (fig. 4);

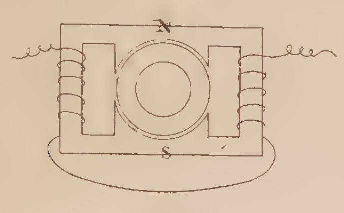


Fig. 4.

la diminution du volume du fer compense en partie dans ces machines l'augmentation du cuivre.

Dans un autre cas encore, dans les machines multipolaires (fig. 5), on a préféré plusieurs circuits

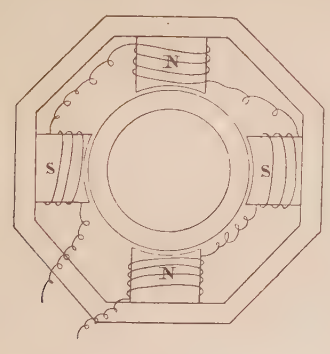


Fig. 5.

magnétiques à un seul, mais cela tient uniquement à ce que la disposition multipolaire permet pour un même nombre de tours et pour une même puissance d'atteindre des vitesses périphériques beaucoup plus considérables et d'obtenir une surface refroidissante plus grande que la disposition bipolaire, l'augmentation du poids du cuivre sur les électro-aimants se trouvant largement compensée par ces deux avantages.

Le volume utile V du cuivre dépend évidemment de la puissance de la machine; il est déterminé pour chaque système par la pratique.

La densité δ du courant est limitée par l'échauffement; elle varie de 2 à 6 ampères par millimètre carré. La vitesse v est limitée par des considérations mécaniques, elle varie entre 6 et 25 mètres par seconde; dans quelques cas très rares, dont nous avons parlé plus haut, elle a atteint 60 mètres.

III

Une des questions qui s'est posée dès le début a été de savoir s'il valait mieux construire de grandes ou de petites machines. Il ne s'agit pas ici de commodité; car il est évident que si l'on a besoin de 1,000 chevaux, par exemple, il sera toujours plus commode pour la surveillance de les produire par une, deux ou trois grandes machines que par une centaine de petites; mais il s'agissait de savoir si, au point de vue du prix de revient, les grandes machines coûtaient plus ou moins par cheval disponible aux bornes. Les premiers travaux semblaient conclure complètement en faveur des grandes machines, mais bientôt on envisagea plus sainement les choses. Une étude plus exacte montra que si cet avantage existe, il n'est pas très considérable.

Pour nous en rendre compte, comparons, suivant la manière introduite par Deprez, une machine donnée avec une autre n fois plus grande dans toutes ses dimensions; elle pèsera n^3 fois plus. Le champ H restera le même. La vitesse v restera à peu près la même; du moins la plupart des constructeurs arrivent à ce résultat. On peut démontrer en effet que des machines semblables mais de grandeurs différentes donnent leur puissance maximum pour une même vitesse périphérique, en admettant le même échauffement après une marche prolongée.

Le volume V du cuivre sera n^3 fois plus grand. La densité du courant δ devra diminuer dans le rapport de 1 à $\sqrt{n}$ parce que la surface refroidissante n'a augmenté que dans le rapport 1 à n^2 tandis que le volume V de fil a augmenté dans le rapport de 1 à n^3. De sorte qu'en définitive la puissance de la machine sera de

$$P = Hn^3 V \delta n^{\frac{1}{2}} v = HV\delta v n^{\frac{5}{2}}.$$

La puissance augmente un peu plus lentement que le poids. La diminution de la main-d'œuvre fait un peu compensation, de sorte qu'entre de grandes limites le prix de revient des grosses machines est à peu près le même que celui des petites.

Ce raisonnement n'est du reste juste qu'à partir de certaines dimensions : au-dessous de 5 chevaux par exemple, la main-d'œuvre intervenant pour une plus grande part que la matière, le prix de revient par cheval se trouve sensiblement augmenté.

De même on n'est pas obligé de construire d'une façon semblable les grandes et les petites machines ; c'est ainsi que l'emploi d'inducteurs multipolaires et d'anneaux de grand diamètre, permet d'augmenter, dans d'assez grandes proportions, la surface refroidissante et la vitesse périphérique, et il n'est guère douteux que les grandes machines bipolaires disparaîtront peu à peu pour faire place aux systèmes multipolaires, sur lesquels ils n'ont que l'avantage d'une simplicité plus apparente que réelle.

Le rendement s'améliore sensiblement avec l'augmentation de la puissance ; on peut s'en apercevoir sans entrer dans les calculs par ce fait que la surface refroidissante augmente toujours moins vite que le poids et la puissance des machines, tandis que l'échauffement final des grandes comme des petites machines ne doit pas dépasser une température qui est la même dans les deux cas.

III

Ces considérations terminées, jetons un rapide coup d'œil sur différents systèmes. Les machines dynamo-électriques doivent, pour être pratiques, remplir souvent des conditions très différentes ; elles doivent être construites d'une façon spéciale dans chaque cas.

Considérons d'abord l'éclairage ; il y a différentes manières de se servir de machines électriques pour produire et distribuer la lumière. La manière la plus répandue est de mettre toutes les lampes en dérivation sur deux conducteurs principaux communiquant avec les bornes de la machine. Dans ce système toutes les lampes doivent être du même voltage, la quantité de lumière qu'elles donnent dépend alors du courant qui les traverse, c'est-à-dire de leur résistance. Les machines pour ce cas doivent être construites de manière à fournir l'électricité à potentiel ou voltage constant ; elles atteignent ce but soit par un double enroulement des électro-aimants, soit par un régulateur placé dans l'excitateur, c'est-à-dire agissant sur le courant qui excite les électro-aimants.

La grande majorité des machines sont construites de cette manière. Ce système de distribution présente, comme on le sait, l'inconvénient de ne pouvoir desservir qu'un périmètre relativement restreint autour de l'usine.

Pour pouvoir aller plus loin, il faut avoir recours à d'autres procédés. Le système à courant constant a eu et a encore une grande vogue aux Etats-Unis. Dans ce système les machines fournissent un courant maintenu automatiquement constant au moyen de régulateurs spéciaux, tandis que la force électro-motrice aux bornes de la machine varie avec le nombre de lampes employées.

Les systèmes Thomson-Houston, Brush, Heisler, Waterhouse appartiennent à ce genre ; les lampes employées prennent de 5 à 20 ampères et l'on va avec le potentiel jusqu'à 3000 volts.

Les machines employées dans ces systèmes sont loin d'avoir atteint la perfection des précédentes comme transformateurs d'énergie ; leur rendement est plus mauvais et il est difficile jusqu'à présent d'arriver à supprimer les étincelles violentes qui se produisent aux balais ; de plus comme le courant qu'elles fournissent ne dépasse pas 20 ampères, tandis qu'il serait dangereux d'aller avec la force électromotrice au delà de 3000 volts, leur puissance maxima est limitée, de sorte qu'elles ne se prêtent pas très bien à un usage général.

Le courant alternatif fournit un autre moyen d'atteindre les lampes placées à une grande distance de la station, par l'emploi de transformateurs. On envoie le courant alternatif à haut potentiel, et au lieu d'arrivée, on le transforme en courant à 50 ou 100 volts. L'unique mais énorme avantage du courant alternatif réside dans le fait qu'il existe des transformateurs pour courants alternatifs commodes, à bon rendement, sans aucune partie mobile et ne nécessitant aucune surveillance, tandis que les transformateurs pour courants continus possèdent des parties mobiles et demandent à être surveillés. Le désavantage des courants alternatifs est que, jusqu'à présent du moins, ils ne se prêtent pas bien à la distribution de la force motrice et ne permettent pas l'emploi d'accumulateurs.

Quoi qu'il en soit, les plus grandes machines dynamos construites jusqu'à ce jour sont à courants alternatifs. Ferranti à Londres construit pour sa station de Deptford des machines devant fournir aux bornes jusqu'à 10000 chevaux de puissance électrique ; c'est très au delà de ce qui a été fait ou même projeté en machines à courants continus.

L'induit de ces machines atteint 16 mètres de diamètre ; la vitesse périphérique 50 mètres à la seconde.

Elles sont destinées à marcher avec la tension énorme de 10000 volts ; des précautions spéciales ont été prises pour éviter les décharges disruptives à travers l'air ; les pièces polaires des électros et toutes les parties métalliques à proximité de l'induit sont entourés d'ébonite, et, la machine une fois mise en marche, une fermeture automatique en empêche l'accès.

Cam. Rechniewski.

Ingénieur à la Compagnie d'Eclairage électrique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Boussinesq (J.), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.* — **Cours d'Analyse infinitésimale à l'usage des personnes qui étudient cette science en vue de ses applications mécaniques et physiques.** — *Deux volumes grand in-8, avec figures dans le texte. Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1890.

L'ouvrage de M. Boussinesq, dont la librairie Gauthier-Villars et fils vient de publier le second et dernier volume, n'est pas entièrement nouveau; il reproduit d'une façon exacte comme cadre et comme esprit, mais avec un développement beaucoup plus considérable, un volume autographié paru il y quatre ans et dans lequel l'auteur avait réuni des leçons faites par lui à l'Institut industriel de Lille. Le but est resté le même : mettre le calcul différentiel et le calcul intégral à la portée de ceux qui veulent les appliquer sans avoir une connaissance approfondie des mathématiques spéciales ni une grande habitude du calcul ; en un mot, faire un ouvrage pratique, s'adressant aux expérimentateurs, leur permettant de comprendre et d'appliquer les principales théories relatives aux infiniment petits ou aux fonctions continues, leur exposant avec clarté et d'une façon simple, non pas toute l'analyse infinitésimale, mais la partie de cette science qui correspond aux applications.

Le problème à résoudre n'était pas facile; mais nul peut-être n'était plus qualifié que M. Boussinesq pour l'aborder : pendant toute sa carrière il a été professeur et tous ses travaux sont des applications du calcul à de grands problèmes de mécanique appliquée; il avait donc tous les éléments pour mener à bien l'œuvre entreprise.

Y a-t-il réussi? Nous l'espérons. En tout cas, la disposition matérielle adoptée par lui est avantageuse. Chaque volume est formé de deux fascicules ; l'un, dit partie élémentaire, contient les théories simples, d'une utilité générale, dont peuvent se contenter les lecteurs qui ne veulent pas aborder ensuite la Mécanique moléculaire ou la Physique mathématique. L'autre, intitulé complément, renferme les parties plus difficiles, plus spéciales; elle est ainsi entièrement distincte de la première et elle peut cependant, grâce au système de numérotage des paragraphes, être lue simultanément.

L'ouvrage est très personnel ; il ne ressemble à aucun de ceux qui l'ont précédé ; il porte d'un bout à l'autre, dans la marche suivie, dans les procédés de démonstration, dans les exemples choisis, la marque du savant auteur ; il contient d'ailleurs un assez grand nombre de parties originales qui se rapportent directement aux recherches de M. Boussinesq et lui appartiennent en propre.

Ces deux volumes nous paraissent susceptibles de rendre service aux personnes qui étudient l'Analyse en vue de ses applications mécaniques ou physiques; ils répondent bien à leur titre.

L. O.

Thurston (R. H.). — **The problem of air navigation**, *The Forum, New-York*, 1890.

Les animaux qui se meuvent dans un fluide, — poissons, oiseaux grands et petits, insectes ailés, etc., — obéissent tous à des lois générales de locomotion. Quelles sont ces lois? Peut-on déterminer les principes qui règlent l'accumulation et la transformation de l'énergie dans le corps de ces navigateurs aquatiques ou aériens? Tel est le sujet que traite l'éminent ingénieur M. Thurston dans un récent article du *Forum*, dont voici le résumé :

Sur terre et sur mer l'homme est parvenu à se transporter plus vite que les plus rapides des quadrupèdes ou des poissons. Mais dans les airs, le corbeau a une vitesse égale à celle de nos trains (une cinquantaine de kilomètres à l'heure), tandis que le pigeon se transporte à raison de 100 à 125 kilomètres; l'hirondelle, 150, le vautour 160. L'homme, il est vrai, n'en est encore qu'au début de ses tentatives; la première des questions n'est pas même résolue : l'avenir est-il aux ailes ou aux ballons? L'histoire des ailes est une série d'accidents, de membres et de cous cassés. En cent ans, au contraire, depuis les Montgolfier, les Charles et les Robert, jusqu'aux frères Tissandier, à MM. Renard et Krebs, les ballons ont fait de grands et sérieux progrès; avant le commencement du siècle, l'art de la guerre les avait utilisés; en 1852, Giffard avait indiqué le moyen de les diriger en leur appliquant la vapeur, et leur donnant la forme d'ellipsoïdes allongés, disons de cigares. Conservant et perfectionnant cette forme, MM. Gaston et Albert Tissandier, MM. Renard et Krebs, ont adopté l'accumulateur électrique qui ne présente pas de danger d'incendie et ne renferme pas une cause permanente de diminution du poids du ballon. L'an dernier ces hardis aéronautes français ont atteint à une vitesse de 24 kilomètres à l'heure avec un moteur de 5 chevaux. Leurs essais, fort intéressants, ont fourni de précieuses données au problème de la navigation aérienne.

Les grandes vitesses ne sont possibles qu'avec des résistances fort réduites, un poids mort très léger, une machine motrice concentrant une grande puissance sous le moindre volume et le moindre poids. La force nécessaire dans ces cas peut être, d'après le vol des oiseaux, estimée à 30 chevaux par tonne, avec une vitesse de 80 kilomètres à l'heure. On construit aujourd'hui, notamment pour les torpilleurs, des machines qui pèsent moins de 25 kilos par cheval, et tout porte à croire que l'on ira plus loin dans cette voie.

Quant à l'aviation, quelques faits aussi ont été acquis; il convient de citer ceux qui concernent les ailes des oiseaux, notamment celui-ci, érigé en principe : plus est grand le poids à porter, moindre est la surface d'aile par unité de poids et moindre est le nombre de vibrations nécessaire dans l'unité de temps. Le poids du vautour est cent fois celui de l'hirondelle; la surface de ses ailes est seulement de quinze fois plus grande que celle des ailes de ce petit oiseau. L'aigle, en décrivant ses immenses spires à mesure qu'il s'élève dans les airs, remue à peine les ailes une fois toutes les cinq minutes; tel insecte au contraire donne aux siennes jusqu'à 200 vibrations par seconde. A un homme de poids ordinaire, des ailes de 14 mètres carrés suffiraient. Mais la force musculaire nécessaire pour opérer le transport augmente comme le poids à transporter, et, sous ce rapport, l'homme a été mal partagé par la nature ; il faudrait des siècles d'éducation bien dirigée pour corriger ses défauts physiques : les muscles de ses bras ne pèsent que le septième de l'ensemble; ceux des ailes de l'aigle pèsent autant que tous les autres muscles réunis. Quant à la force motrice qu'il peut déployer, un mystère plane encore sur la question. D'après Hirn et Ruhlman le rendement de l'homme considéré comme moteur thermique s'élèverait à 0,29, ce qui est bien supérieur à toutes les machines faites de main d'homme. C'est pourtant un exemple de combustion sans grande élévation de tem-

pérature, et cela renverse toutes les idées reçues en thermodynamique. Y aurait-il là un mode encore inconnu de transformation de l'énergie en travail? ou bien, la combinaison chimique des aliments avec l'oxygène, donnerait-elle naissance à de l'électricité plutôt qu'à de la chaleur?

Selon la remarque de M. Thurston, le problème de la navigation aérienne et celui de l'aviation se présentent actuellement d'une manière simple. On peut calculer le travail mécanique requis pour transporter dans l'air, à une vitesse donnée, un corps d'un poids donné et d'une forme convenable. Mais, il reste à se procurer économiquement ce travail, avec aussi peu de poids et de volume que la nature l'obtient chez les volatiles. Cela est-il possible? Il serait aussi imprudent de le nier que de l'affirmer. Ce qui semble certain, c'est que la solution ne doit pas être attendue du hasard favorisant l'ignorance, comme pour certaines inventions anciennes. Le progrès, aujourd'hui, se fait par les connaissances fondamentales de l'homme de science, unies au talent de constructivité et à l'expérience qui caractérisent l'ingénieur, vraiment digne de ce nom.

V. Dwelshauvers-Dery.

Ronna (A). *Ingénieur civil, membre du Comité supérieur de l'Agriculture.* — **Les Irrigations**, 2 *vol. in-8° de* 730 *et* 618 *pages, avec* 552 *figures dans le texte, Firmin-Didot et Cie, éditeurs, Paris*, 1890.

La bibliothèque de l'Enseignement agricole publiée sous la direction de M. A. Muntz, professeur à l'Institut national agronomique, constituera une publication fort importante; elle a déjà donné cinq ouvrages : Prairies et Herbages par M. Boitel, les Plantes vénéneuses par M. Cornevin, les Engrais par MM. Muntz et Ch. Girard, les Méthodes de reproduction par M. Baron, le Cheval par M. Lavalard, qui tous sont d'un haut intérêt.

Les deux volumes publiés récemment sur les Irrigations sont dignes des précédents; ils sont bien ordonnés et exposent d'une façon claire un sujet très vaste, capital pour notre agriculture fort en retard de ce côté. Le tome I est relatif aux eaux d'irrigation et aux machines, le tome II, aux canaux et aux systèmes d'irrigation; un dernier volume traitera des cultures arrosées et de l'économie des irrigations.

M. Ronna s'est proposé, comme il le dit dans sa Préface, de faire œuvre didactique et d'éviter le double écueil du manuel et de l'encyclopédie. Il y a réussi. Son livre est complet, sans être encombré de détails. Au point de vue théorique il a impitoyablement écarté les théories abstraites, les calculs de résistance, les formules d'hydraulique que donnent tous les aide-mémoire; au point de vue pratique il a su, dans la multiplicité des procédés régionaux, distinguer ceux qui méritent d'être enseignés et laisser de côté les autres. Ainsi a été constitué un ouvrage, fort différent de ceux qui, jusqu'ici, ont été publiés sur le même sujet, s'adressant bien à l' « ingénieur agricole », et qui réalise cette double condition bien rare d'être à la fois essentiellement pratique et d'un ordre scientifique élevé.

C. Naud.

2° Sciences physiques.

Bouty (E.). — **Sur les condensateurs en mica.** *Comptes rendus, t. CX, p.* 846, 21 *avril* 1890, *et Journal de physique*, 2e *série, t. IX, p.* 288, *juin* 1890.

Sur le résidu des condensateurs. *Comptes rendus, t. CX, p.* 1362, 30 *juin* 1890.

Malgré les nombreux travaux effectués jusqu'ici, les propriétés des diélectriques sont encore fort mal connues, aussi les condensateurs constituent-ils des appareils d'une précision incertaine. M. Bouty vient d'aborder l'étude méthodique de ces instruments : il a obtenu des résultats importants appelés à modifier entièrement nos idées sur certains points du mécanisme des diélectriques.

On explique ordinairement les phénomènes que présente la charge des condensateurs en admettant que les électricités portées par les armatures pénètrent peu à peu dans la lame diélectrique : la conductibilité de celle-ci ne serait d'après cela jamais complètement nulle. Lorsqu'un condensateur est en communication permanente avec les deux pôles d'une pile, les deux électricités devraient, au bout d'un temps plus ou moins long, finir par se rejoindre pour donner naissance à un courant continu : c'est ainsi que s'expliquerait l'établissement du régime permanent caractérisé par le passage d'un courant uniforme de très faible intensité à travers le condensateur. Celui-ci ne se comporterait pas autrement qu'un conducteur métallique d'une très grande résistance.

L'auteur a montré qu'il n'en est certainement pas ainsi. Il a étudié successivement les deux phases du phénomène : 1° le régime permanent; 2° la période variable qui précède l'établissement de ce régime. Ses expériences ont porté sur un condensateur Carpentier en mica (microfarad).

I. — Il a constaté que le courant résiduel constant, atteint au bout de deux heures, reste identiquement le même lorsqu'on fait varier la capacité jusqu'à la réduire au dixième de sa valeur initiale. Si ce courant ne dépend pas de la capacité, c'est-à-dire de la surface du condensateur, ou encore de la section du conducteur équivalent, il ne peut certainement pas être attribué au passage de l'électricité à travers le diélectrique. Une lame mince de mica oppose donc un obstacle absolu au passage de l'électricité à travers son épaisseur. L'auteur montre qu'on doit rejeter de même l'hypothèse d'une conductibilité électrolytique. Il faut écarter toute idée de pénétration ou d'électrolyse, et considérer le mica comme dénué de toute conductibilité mesurable. Le courant résiduel observé provient uniquement de l'imperfection dans l'isolement des différentes parties du circuit et du microfarad lui-même.

Quant à l'absorption progressive d'électricité pendant la période variable, elle peut s'expliquer très naturellement par un retard à la polarisation du diélectrique. On observe des retards analogues dans divers phénomènes physiques, par exemple : le retard à l'aimantation, le retard à l'élasticité. Un fil métallique, soumis à une torsion permanente n'atteint pas immédiatement son équilibre définitif, la torsion croît peu à peu et pendant un temps très long; de même, le fil abandonné à lui-même ne revient pas immédiatement à son équilibre primitif, il conserve une faible torsion résiduelle qui ne disparaît que très lentement. Il semble donc naturel d'émettre l'hypothèse d'une polarisation progressive, d'un accroissement graduel de la constante diélectrique, et par suite aussi d'une polarisation résiduelle dans la décharge.

II. — Pour suivre la marche de l'absorption pendant la période variable et en dégager les lois, M. Bouty a eu recours à deux méthodes : l'une d'elles utilise la période de charge, l'autre la période de décharge. La concordance des résultats fournis par ces deux méthodes est une nouvelle confirmation de ce fait, que l'électricité absorbée après la charge instantanée contribue tout entière à la formation du résidu, et que par suite le diélectrique ne livre passage à aucun courant.

M. Bouty a pu représenter par une formule simple, la charge absorbée à chaque instant, ainsi que l'absorption ou le résidu total. De plus, il a mis en lumière des résultats d'une importance pratique considérable : il a observé que les charges *résiduelles* au sein d'un même condensateur ne sont pas proportionnelles aux capacités nominales; que le résidu total, rigoureusement égal à la somme des résidus des subdivisions du condensateur, n'est jamais qu'une fraction assez petite de la charge; qu'enfin la charge *principale* du microfarad est entièrement formée en moins de $\frac{1}{1000}$ de seconde.

M. Bouty a opéré sur des durées qui ont varié entre

$\frac{1}{1000}$ de seconde et 4,000 secondes. Les mesures relatives aux petites durées constituent un problème délicat. M. Bouty l'a résolu avec une grande précision : pour effectuer les interruptions et commutations nécessaires, il a eu recours à un pendule de torsion qui les réalisait d'une manière automatique à l'aide de contacts à mercure. Le dispositif est fort ingénieux, mais sa description nous entraînerait trop loin.

En résumé, la charge principale du condensateur se trouve nettement séparée du résidu, et la formation progressive du résidu peut elle-même être suivie avec précision. Dès lors, le condensateur à mica, soumis à une étude méthodique, est appelé à devenir un appareil aussi précis que l'est devenu le thermomètre à mercure depuis les travaux du Bureau international des poids et mesures.

Edgard HAUDIÉ.

Matthey (Edward). — **La liquation des alliages d'or et de platine.** *Proceedings of the Royal Society, London*, 1890.

C'est un fait bien connu que lorsqu'on refroidit certains alliages, les composants se séparent et que la masse solidifiée présente une composition différente en son centre et dans ses parties extérieures. Dans le cas de l'or, cependant, ce phénomène de liquation n'a pas été observé. Les alliages d'or, en circulation dans le commerce, sont estimés d'après un essai effectué sur une portion extérieure du lingot. On conçoit donc que la liquation aurait dans ce cas une importance considérable, une faible erreur sur la proportion de métal étranger pouvant modifier considérablement la valeur d'un lingot. Peligot avait étudié dans ce sens les alliages d'or et de cuivre et avait conclu à l'absence de la liquation. M. Roberts Austen est arrivé à la même conclusion, après des expériences sur les alliages d'or et d'argent.

M. Matthey a recherché s'il en était de même pour le platine qui se trouve souvent en proportion notable dans les barres d'or et d'argent. Dans les alliages commerciaux on élimine l'argent par l'affinage. On sait que cette opération s'effectue en ajoutant à l'or que l'on veut purifier trois fois son poids d'argent et en traitant le produit obtenu soit par l'acide azotique, soit par l'acide sulfurique. Dans le traitement par l'acide azotique, le platine se dissout en même temps que l'argent. Mais le prix moins élevé de l'acide sulfurique le fait employer de préférence dans l'industrie, le platine reste alors mélangé à l'or et c'est ce mélange qu'on soumet à la fusion et qu'on essaye. M. Matthey a coulé un certain nombre d'alliages obtenus de cette manière dans un moule sphérique, a scié en deux la sphère de métal ainsi obtenue et opéré des essais sur des portions prises en différents points, notamment au centre et à la surface. Les expériences ont montré une liquation très nette, une diminution de la proportion de platine à la surface extérieure assez considérable pour qu'il soit nécessaire d'en tenir compte dans l'industrie. Il cite entre autres les chiffres suivants. Six lingots commerciaux ont été soumis à l'essai à la surface et on en a extrait ensuite l'or à l'état de pureté. On a obtenu ainsi :

	I	II	III	IV	V	VI
Titre par essai	0,825	0,660	0,800	0 850	0,842	0,830
Titre réel	0,812	0,630	0,780	0,845	0,830	0,821

Georges CHARPY.

3° Sciences naturelles.

Hermann Wagner, Geographisches Jahrbuch, herausgegeben von. XIII Band. in-16, VIII-476 p. Gotha, Justus Perthes, 1889.

La réputation de *Geographisches Jahrbuch*, fondé en 1866 par E. Behm, n'est plus à faire. Cet excellent recueil annuel a subi, à partir du onzième volume (1887), une double amélioration : le format a été agrandi, en même temps que les différentes matières traitées prenaient plus de développement, grâce à une division en deux parties (géographie proprement dite et sciences auxiliaires de la géographie), dont chacune devait remplir alternativement les volumes successifs. Le tome XII, publié en 1888, contenait une série de rapports sur *les progrès de la science des projections*, par M. Günther ; sur *la cartographie officielle de l'Europe*, par M. Heinrich, avec de précieux tableaux d'assemblage des cartes d'état-major des principaux États, par M. H. Wagner ; sur *les progrès de l'Onomatologie géographique*, par M. Egli ; sur les *Résultats géographiques des récents voyages et explorations* dans l'Amérique septentrionale par M. Fr. Boas ; dans l'Amérique latine, par M. W. Sievers ; en Asie, par M. Lullies ; et en Afrique, par M. H. Wichmann ; sur *la géographie ancienne du monde grec*, par M. Hirschfeld ; enfin sur *le développement des méthodes et de l'enseignement de la géographie*, par M. H. Wagner. Plus : une *Nécrologie* relative aux années 1884-87, par M. Wolkenhauer ; une *statistique des Sociétés, Congrès et périodiques géographiques*, par MM. Wichmann et Wagner, et un *Tableau des coordonnées géographiques de 192 observatoires*, dressé par M. Auwers. Le tout bondé de notes bibliographiques, et muni de tables alphabétiques détaillées, placées à la suite de chacun des articles.

Cette année, c'était le tour des *sciences auxiliaires ;* les collaborateurs du onzième volume reparaissent donc dans l'ordre habituel, mais avec l'adjonction de M. K. Schering, qui fournit un rapport sur le *développement et l'état actuel des recherches relatives au magnétisme terrestre* (p. 171-220). Les autres articles sont consacrés, comme de coutume, aux diverses branches des sciences naturelles s'occupant, à un titre quelconque, du globe terrestre ou de la distribution des êtres organisés à sa surface ; les noms des auteurs, tous avantageusement connus dans leurs spécialités respectives, sont un sûr garant de l'excellence de ces extraits. On y remarque :

Les progrès de la géophysique, par MM. Hergesell et Rudolph (p. 101-170) : travaux de l'association géodésique internationale ; travaux relatifs au globe considéré dans son ensemble (forme, pesanteur, marées, etc.) ; travaux concernant l'écorce terrestre (mouvements du sol, volcans, tremblements de terre, érosion, lacs, glaciers, etc.). 345 publications différentes, publiées de 1886 à 1888, sont analysées dans ce rapport, le second qu'aient fourni au *Jahrbuch* MM. Hergesell et Rudolph, successeurs du regretté Zœppritz dans l'accomplissement de cette tâche délicate.

Les conquêtes de la géographie géologique de 1886 *à* 1888, par M. Toula (p. 222-288). Dans cet article qui est également le second de la série correspondante, autrefois rédigée par M. K. von Fritsch, plus de 700 numéros ont trouvé place.

Les progrès de l'Océanographie en 1887-88, par M. Krümmel (p. 1-26), 84 numéros. — *Les progrès de la météorologie géographique*, par M. Hann (p. 27-100). Ce rapport (330 numéros) est l'un des meilleurs du volume : l'on sait combien tous les écrits de l'éminent météorologiste de Vienne sont pénétrés d'une rigueur scientifique malheureusement trop rare en météorologie.

Le rapport de M. Drude sur *les progrès de la géographie botanique en* 1886-88 (p. 289-352) est un modèle achevé, au point de vue de l'ordre et de la lucidité de l'exposition (373 numéros), qualités qui paraissent au contraire absentes du rapport de M. Schmarda sur la *Géographie zoologique* (p. 353-406), sèche énumération de titres d'ouvrages et de noms de genres ou d'espèces. Dans un travail de cette nature ce sont les résultats généraux, capables d'établir un lien entre les faits individuels, qui devraient être surtout mis en évidence.

Rapport sur les études ethnologiques, par M. Gerland (p. 407-476) ; les travaux relatifs à l'Europe sont à peu près complètement laissés de côté par l'auteur, qui

mentionne plus de 600 ouvrages ou mémoires sur les populations des autres parties du monde.

Malgré quelques lacunes et quelques imperfections, dues surtout au peu de temps disponible entre la publication des documents originaux et la préparation des rapports, le *Geographisches Jahrbuch* de M. Wagner reste un guide bibliographique incomparable. On ne peut que souhaiter de voir apprécier de plus en plus un auxiliaire aussi précieux pour tous les travailleurs.

Emm. de Margerie.

Martel (E. A.). — **Les Cévennes et la région des Causses** (Lozère, Aveyron, Hérault, Gard, Ardèche), *grand in-8° de 406 p. avec 140 gravures, 2 cartes et 9 plans. Paris, Delagrave*, 1890.

Les *Causses*, on le sait, sont ces grands plateaux de calcaire jurassique qui forment entre Mende, Rodez et Montpellier le talus méridional du Massif Central français et la déclivité occidentale des Cévennes. L'érosion a creusé dans cette masse, autrefois continue, des gorges profondes, analogues d'aspect aux *cañons* américains, et qui l'ont morcelé en une série de tables distinctes, élevées de 800 à 1200 mètres.

Un jeune avocat de Paris, M. E. A. Martel, qui consacre depuis plusieurs années ses vacances à parcourir les Causses, vient de publier, dans le beau volume que nous annonçons ici, une excellente description de cette partie de la France, naguère encore presque ignorée des touristes.

En dehors du côté pittoresque, l'ouvrage renferme de précieuses indications sur le régime des eaux souterraines dans les Causses. La surface de ces plateaux est percée de nombreux puits naturels, qui portent dans le pays le nom d'*avens;* en 1888 et 1889, M. Martel est descendu dans quatorze de ces trous, dont il donne la figure et les dimensions exactes : le plus profond, l'aven de Rabanel, n'a pas moins de 165 mètres. L'auteur, repoussant l'hypothèse d'un effondrement, au moins comme explication normale, compare les avens aux *marmites de géants* torrentielles (?) ; il attribue le rôle principal, dans leur formation, au travail mécanique des eaux d'infiltration, aidées probablement dans certains cas par des phénomènes chimiques préalables d'origine interne, comme l'ont admis MM. de Mojsisovics et Mouret.

Les eaux qui se sont engouffrées dans les avens reparaissent sous forme de sources volumineuses, à 500 mètres plus bas, au fond des vallées latérales, privées par compensation d'affluents à ciel ouvert. La manière dont elles se comportent dans l'intervalle était restée jusqu'à présent un problème, que les recherches de M. Martel viennent de résoudre en grande partie. Comme pouvait du reste le faire pressentir l'intercalation d'un étage imperméable entre l'étage calcaire du dessus, où se trouvent les avens, et celui du dessous, d'où sortent les rivières souterraines, il n'existe pas de communication directe et continue, au moyen de cavités spacieuses, à travers la masse interne des plateaux, beaucoup moins caverneuse qu'on ne le pensait généralement. Les failles et les fissures qui traversent les bancs argileux permettent seules le suintement goutte à goutte des eaux accumulées à la surface de ces derniers.

M. Martel s'est enfin attaché à étudier les grottes nombreuses qui constituent pour le touriste l'un des principaux attraits de la région; il a pu en relever dix nouveaux kilomètres, souvent non sans péril. La grotte de Dargilan, celle des Beaumes-Chaudes, les galeries de Bramabiau sont destinées sans doute à devenir bientôt célèbres. Les renseignements pratiques donnés par M. Martel, notamment sur l'usage du bateau démontable d'Osgood, seront lus avec fruit par les personnes qui voudront le suivre dans cette étude encore peu avancée des cavernes.

Au point de vue de la formation des cañons du Tarn et de ses affluents, M. Martel développe une théorie qui nous paraît difficilement acceptable : ces gorges résulteraient de la transformation de canaux souterrains en canaux drainés à l'air libre, par l'écroulement du toit, — le tracé de ces canaux souterrains étant lui-même déterminé par des cassures préexistantes. Sans nier la possibilité, en principe, du phénomène, nous ne voyons pas pourquoi les vallées d'érosion des pays calcaires auraient une autre origine que celle des régions constituées par des terrains d'une autre nature, — d'autant plus que les vallées du Tarn, de la Dourbie, de la Jonte, etc., se prolongent vers l'amont en territoire imperméable. En outre, le tracé de ce réseau fluvial paraît être en rapport avec un ensemble de circonstances à la fois beaucoup plus complexes et d'ordre beaucoup plus général que ne l'est la seule présence, quasi-universelle d'ailleurs, d'un système de joints verticaux plus ou moins perpendiculaires entre eux. Quant à l'exemple même de Bramabiau, sur lequel M. Martel a basé sa théorie, il nous montre simplement une rivière à écoulement aérien normal, localement transformée, *après coup*, en rivière souterraine, — conditions fort différentes, comme on le voit, de celles que réclamerait l'hypothèse en question.

De nombreuses figures, exécutées d'après des photographies, reproduisent les sites les plus remarquables des Causses ; on admirera surtout les rochers ruiniformes si variés de Montpellier-le-Vieux et les magnifiques piliers de stalactites de la grotte de Dargilan (p. 157 et 159).

L'ouvrage de M. Martel n'intéresse pas seulement les géologues ; on y trouvera, en effet, d'intéressants chapitres sur l'Aigoual et son observatoire météorologique, sur la flore et la faune des Causses, sur l'archéologie préhistorique (question de l'*hiatus*), etc., sans oublier l'histoire de la célèbre *Bête du Gévaudan* (p. 254-258).

Emm. de Margerie.

Charpentier (Paul). — **Les Textiles.** — *Encyclopédie chimique de M. Fremy, Paris, Vve Ch. Dunod*, 1890.

Il serait oiseux d'insister ici sur l'importance des textiles. Ils sont pour le commerce une source inépuisable de trafic et pour l'industrie la matière première la plus importante et peut-être la plus nécessaire. Leur étude devait donc rentrer à bon droit dans le cadre de l'Encyclopédie chimique publiée par nos chimistes les plus autorisés sous la direction de M. Frémy.

Une connaissance profonde de la structure des fibres textiles, de leur composition chimique est nécessaire en effet à tous ceux — industriels, ingénieurs ou savants — qui ont à s'occuper du rouissage, du blanchiment ou bien encore de la teinture.

A ce titre, l'ouvrage de M. Charpentier devait combler une lacune en réunissant un grand nombre de connaissances dispersées dans des ouvrages spéciaux. Il devait s'adresser à la fois au savant et à l'industriel. Ce dernier, en effet, y puisera un grand nombre de documents économiques et une profusion de renseignements industriels, car l'auteur ne se contente pas de nous renseigner sur la nature des textiles, il a étendu le champ qui lui était ouvert et décrit le travail mécanique préparatoire jusqu'à la filature exclusivement.

Pour chacun des textiles principaux, M. Charpentier a divisé son étude en plusieurs chapitres. C'est ainsi que pour le coton la description comporte : 1° *Généralité historique;* 2° *Origine, espèces diverses, propriétés et usages;* 3° *Culture et production du coton;* 4° *Travail mécanique préparatoire;* 5° *Statistique; production et consommation du coton dans le monde.* — Enfin l'ouvrage se termine par une révision des textiles moins importants tels que *ramie, jute, sunn, alfa, diss*, etc.; puis par la description des principaux modes de blanchiment et l'énoncé des caractères qui peuvent servir à distinguer les textiles.

Nous le répétons, les *Textiles* de M. Charpentier peuvent rendre des services signalés aux industriels en leur fournissant un grand nombre de documents sur les diverses machines employées dans le traitement préparatoire. Il eût mieux valu à notre avis ne décri-

que les machines utilisées pour aider le traitement chimique et laisser de côté toutes les autres qui ne nous paraissent pas à leur place dans un ouvrage de chimie. Pour la même raison, nous ne croyons pas que le chimiste tirera de la lecture des *Textiles* un aussi grand profit qu'on pourrait le désirer. En terminant, l'auteur nous permettra de lui adresser un reproche : en chimiste, il donne l'analyse des fibres textiles à l'état brut, sans le complément nécessaire des observations microscopiques, absolument comme on analyserait un morceau de minerai. Cette méthode de chimie exclusive s'adressant à des tissus végétaux ne peut être que la source de nombreux mécomptes; les fibres sont bien loin d'être homogènes et depuis longtemps déjà les micrographes ont découvert à l'aide de réactions microchimiques un grand nombre de faits intéressant la composition et la structure des textiles. Les résultats de Vétillart, mais surtout de M. Schlesinger et de M. Wiesner, méritaient une mention que M. Charpentier a eu tort de ne pas leur accorder.

Henri LECOMTE.

Dubois (Dr R.). — **Travaux du laboratoire de physiologie générale de la Faculté des Sciences de Lyon,** *t. I,* 1888-1889. 1 *vol. in-8°. Lyon, Storck,* 1890.

Seule des Facultés des Sciences de province, celle de Lyon possède une chaire de physiologie. Le titulaire, — notre distingué collaborateur, M. Raphaël Dubois, — vient de réunir en un volume les travaux exécutés dans son laboratoire en 1888 et 1889.

De cette collection de mémoires communiqués soit à l'Académie des Sciences de Paris, soit à la Société de Biologie, nous nous contenterons de signaler les plus importants : — Du professeur Dubois : Sur la respiration des animaux hibernants; sur la fonction photodermique et photogénique du siphon des pholas; sur l'action du chlorure d'éthylène; etc...; — de M. Couvreux : Sur la respiration des Reptiles; sur la circulation pulmonaire de la grenouille; — de M. Bataillon, Sur les métamorphoses des Anoures, *etc.*.

L'ouvrage renferme en outre une description, accompagnée de planches, du laboratoire de Lyon et de la *station maritime de physiologie* récemment fondée par M. Dubois à Tamaris près de Toulon. Cette création mérite qu'on la remarque, car elle comble en France une lacune des plus regrettables. Grâce à la libéralité de Michel Pacha et à l'activité bien connue de M. Dubois, les physiologistes vont enfin pouvoir étudier, au bord de la mer, les animaux qui vivent dans ses profondeurs. Ce genre d'études n'avait jamais été soigneusement organisé dans notre pays. Il fallait, pour l'y implanter, le dévoûment à la Science et à l'Enseignement, dont M. le professeur H. de Lacaze-Duthiers a donné un illustre exemple en fondant pour les zoologistes les magnifiques laboratoires de Banyuls et de Roscoff.

Le meilleur souhait que nous puissions adresser à la nouvelle création est d'obtenir le même succès que ces derniers.

L. O.

4° Sciences médicales.

Guyon (F.) *Professeur à la Faculté de Médecine.* — **Cystalgies symptomatiques de lésions rénales et pyonéphroses consécutives à des lésions vésicales. Influence du traitement de la vessie sur les urétéro-pyelites.** — *Ann. de gynécologie, Paris, août* 1890 *t. XXXIV, p.* 81.

Après avoir résumé les divers signes qui permettent de distinguer les *inflammations douloureuses* de la vessie des simples *douleurs névralgiques*, le professeur Guyon montre par des faits l'influence considérable du traitement vésical sur les lésions rénales, qui leur sont consécutives. Les uretères et les reins bénéficient largement du traitement des lésions de l'appareil urinaire inférieur.

Dr HARTMANN.

Sajous (Charles E.) — **Annual of the universal medical sciences,** *Philadelphia* 1890.

Le but de l'*Annual of the universal medical sciences*, dont la troisième année vient de paraître, est de résumer, en une série de volumes, les divers travaux afférents aux sciences médicales, publiés dans le monde entier; au lieu d'imprimer simplement les analyses à la suite les unes des autres, l'éditeur a eu l'idée de les grouper en une série de chapitres, traitant chacun un ordre de sujets spéciaux (maladies nerveuses, gynécologie, anatomie, physiologie, syphilis, etc.). La rédaction de ces divers chapitres a été confiée à des savant compétents, chacun dans sa partie, si bien qu'on a là une série de petites revues générales sur chaque question ; aussi la lecture de ce recueil est-elle beaucoup moins aride que celle des divers journaux bibliographiques publiés jusqu'à présent. Une impression soignée, des figures nombreuses rendent encore son abord facile. Un index général, contenu dans le dernier volume, permet de faire rapidement les recherches. C'est avec une réelle satisfaction que nous annonçons l'apparition des cinq volumes qui résument les progrès des sciences médicales pendant l'année 1889.

Dr HARTMANN.

Polin et Labit (Drs). — **Etude sur les empoisonnements alimentaires.** *Paris, O. Doin,* 1890.

MM. Polin et Labit ont réuni dans une intéressante étude de nombreux cas d'intoxication dus à l'ingestion de substances alimentaires avariées. Ce mémoire offre le grand avantage de réunir une foule de documents épars et qui ont permis aux auteurs de présenter une vue d'ensemble des accidents, parfois fort graves, qui suivent l'absorption de denrées avariées.

Dans la première partie, et après un exposé historique de la question, les auteurs étudient les accidents produits par les viandes fraîches et les viandes de conserve. Ils font ressortir la diversité des symptômes que l'on observe et leur grande analogie avec les manifestations provoquées par l'expérimentation sur les animaux au moyen des ptomaïnes. Ils examinent plus particulièrement l'analogie de certains symptômes avec ceux que présente la fièvre typhoïde et s'efforcent d'établir nettement un diagnostic différentiel dont l'utilité n'est peut-être plus bien évidente aujourd'hui, mais qui a revêtu à un moment donné une grande importance, alors que nos connaissances relativement aux ptomaïnes et aux produits de sécrétion des microbes étant moins avancées, d'excellents esprits se refusaient à voir, dans ces accidents, autre chose que certaines modalités spéciales des symptômes de la dothiénentérie. Cette première partie se termine par le traitement et la prophylaxie de ces accidents, chapitres auxquels MM. Polin et Labit ont ajouté quelques notions sommaires sur l'examen des viandes sur pied et des viandes abattues.

L'étude des accidents déterminés par l'ingestion du poison fait l'objet de la seconde partie; dans la troisième, les auteurs s'occupent des intoxications déterminées par les crustacés et les mollusques et enfin, dans la quatrième et dernière partie, sont exposés les accidents d'intoxication produits par d'autres substances alimentaires dont l'usage est le plus fréquent, tels que le fromage, le pain, l'eau, les pommes de terre.

L'examen attentif et la discussion des nombreux cas relatés ou observés par MM. Polin et Labit leur ont permis d'attribuer à plusieurs symptômes une valeur certaine et de signaler comme réellement pathognomoniques des signes auxquels les observateurs de cas isolés n'avaient pas jusqu'ici accordé une valeur suffisante.

Les conclusions de cet intéressant et consciencieux travail peuvent se résumer ainsi : des empoisonnements peuvent être produits par les substances alimentaires les plus diverses; il existe des symptômes spéciaux qui permettent toujours de les reconnaître; ces accidents ont pour origine la putridité et peuvent, dans quelques cas, prendre la forme d'une véritable infection microbienne; parmi ces accidents, il en est qui ont pour origine une maladie spéciale de l'animal consommé (moules), tandis que d'autres ont pour origine des alcaloïdes végétaux, ou des ptomaïnes, ou des leucomaïnes; enfin ces empoisonnements sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le croit généralement; ils peuvent être très graves et souvent mortels.

Tout en ne partageant pas absolument en tous points les idées des auteurs de ce travail, nous ne pouvons nous empêcher de reconnaître, et nous le faisons avec le plus grand plaisir, qu'ils ont fait œuvre utile en condensant dans leur mémoire une foule de remarques et de théories éparses de tous côtés et en réunissant une grande quantité d'observations très détaillées dont la lecture est du plus grand intérêt.

Dr Gabriel POUCHET.

Wurtz (R.) et **Bourges** (H.). — **Recherches bactériologiques sur l'angine pseudo-diphtérique de la scarlatine.** *Archives de médecine expérimentale et d'anatomie pathologique. Mai*, 1890.

Bien que les conclusions posées par MM. Wurtz et Bourges ne soient pas à l'abri de toute critique, leur intéressant et très important travail contribuera cependant dans une large mesure à trancher cette question si controversée de la nature de l'angine scarlatineuse. Y a-t-il une ou plusieurs espèces d'angines au cours de la scarlatine? Toutes les angines scarlatineuses sont-elles d'origine diphtérique? Ces questions seraient sans doute depuis longtemps résolues, si la clinique permettait un diagnostic précis de la fausse membrane diphtérique. La divergence entre les opinions des auteurs, prouve bien que si dans beaucoup de cas ce diagnostic est possible, souvent aussi il est d'une difficulté extrême. Cependant l'opinion qui tend à s'accréditer est la suivante : les angines *tardives* seraient de nature diphtérique, les angines *précoces* ne seraient pas causées par la diphtérie, au moins dans la plupart des cas.

C'est d'ailleurs cette dernière manière de voir qui semble ressortir surtout des recherches de MM. Wurtz et Bourges, qui devant l'impuissance de la clinique se sont adressés à la bactériologie. Leur travail repose en substance sur onze observations, dont neuf se rapportaient à des angines *précoces* ayant les caractères de l'angine diphtérique. Sur ces neuf cas, le bacille de Loëffler recherché par les méthodes usitées en pareil cas, a toujours fait défaut. Ces angines précoces, en dépit de leur aspect clinique, ne sont donc pas liées à une infection diphtérique. Pour les deux autres cas, se rapportant à des angines *tardives* (dont l'une même a causé la mort), le bacille diphtérique fut mis en évidence, montrant péremptoirement l'origine étiologique de la maladie.

Dans les neuf cas, cités plus haut, d'angines précoces, non diphtériques, les expérimentateurs ont pu isoler divers microbes, parmi lesquels un *streptocoque* spécial qui s'est trouvé plusieurs fois associé aux *staphylococcus aureus* et *albus*.

Les caractères assignés à leur streptocoque par MM. Wurtz et Bourges paraissent être ceux du streptocoque pyogène si souvent cause d'infections secondaires; il serait très important d'établir s'il y a complète identité ou simplement ressemblance entre ces deux organismes. Les auteurs ont cherché à différencier leur streptocoque de celui de l'Erysipèle : remarquons à ce propos que le caractère distinctif fondé sur l'aspect de la culture n'est pas suffisamment tranché pour en faire le pivot du diagnostic. D'autre part, on tend de plus en plus à admettre, et notre expérience personnelle est tout à fait favorable à cette manière de voir, l'identité du streptocoque pyogène et du streptocoque de l'Erysipèle; la variété des accidents ne peut être mise que sur le compte d'une différence dans la virulence du microbe ou dans la sensibilité du terrain. Ces deux organismes ne faisant qu'un seul et même être, il serait étonnant que l'un se trouvât dans le sang et que l'autre ne s'y rencontrât jamais; l'observation prouve d'ailleurs le contraire, et malgré l'affirmation de Fehleisen, il est habituel de rencontrer le streptocoque dans le sang et les organes des animaux qui ont succombé à l'inoculation d'une culture du microbe de l'Erysipèle.

Ces légères critiques, d'ordre purement doctrinal, n'enlèvent rien à la valeur du travail de MM. Wurtz et Bourges, et si nous leur avons donné une aussi grande extension, c'est précisément en raison de l'intérêt considérable qui s'attache à leur mémoire, fruit d'un travail consciencieux et intéressant par plus d'un côté. Le fait d'établir que l'angine précoce de la scarlatine n'est pas de nature diphtérique entraîne des conséquences pratiques importantes; car on ne sera plus tenté désormais de faire passer dans les salles de diphtérie les petits malades atteints de ces angines, mesure qui a pour conséquence de les exposer à contracter la terrible infection dont on les croit porteurs.

Dr H. DUBIEF.

Charrin et **Roger**. — **Contribution à l'étude expérimentale du surmenage; son influence sur l'infection.** *Archives de physiologie*, 1890, *n°* 2.

Pour déterminer de la fatigue chez les animaux sur lesquels ils désiraient étudier l'action du surmenage, les auteurs plaçaient ces animaux dans un tambour ou cylindre tournant de 1 mètre de diamètre analogue à ceux des cages d'écureuils. Le cylindre, disposé de façon que son diamètre fût vertical, était mis en rotation et faisait douze tours à la minute. Les animaux qui y étaient enfermés étaient contraints de marcher en sens inverse du mouvement imprimé au cylindre et faisaient ainsi 2.260 mètres à l'heure. A l'aide de cet appareil MM. Charrin et Roger ont étudié l'influence que la fatigue exerce sur l'évolution des maladies microbiennes, en particulier sur le charbon bactéridien et le charbon symptomatique. Les animaux employés étaient les rats blancs, qui sont peu sensibles à ces 2 virus, et résistent très bien à la fatigue. On inoculait à une série de rats une certaine quantité de culture; on soumettait une partie de ces animaux au surmenage, dans le cylindre tournant; les autres servaient de témoins. La fatigue imposée aux animaux inoculés soit avec le charbon bactéridien, soit avec le charbon symptomatique favorise considérablement l'infection, et toujours les animaux surmenés sont morts avant ceux qu'on laissait au repos.

Dans une autre série d'expériences MM. Charrin et Roger ont de plus constaté que chez les animaux surmenés, surtout chez les cobayes, les excoriations dues aux frottements répétés des téguments sur les parois du tambour amènent rapidement la mort par infection microbienne. Les animaux témoins, auxquels on fit des plaies semblables et qu'on laissa dans leurs cages en furent quittes pour des suppurations plus ou moins abondantes.

Dr R. WURTZ.

Rouvier (Dr J.). *Professeur de clinique obstétricale et gynécologique à la Faculté de Médecine de Beyrouth.* — **Identité de la Dengue et de la Grippe-Influenza.** *Beyrouth et Paris. Vve J. Lechevalier*, 1890.

Nous nous bornons aujourd'hui à signaler aux spécialistes cet important travail, la *Revue* devant en parler prochainement avec quelque détail.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

La Société de Biologie, la Société française de Physique, la Société chimique de Paris, la Société royale de Londres, les Sociétés de Physique et de Chimie de Londres, l'Académie des Sciences et la Société de Physique de Berlin, l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, les Sociétés savantes d'Odessa, l'Académie des Sciences de Vienne, l'Académie royale des Lincei sont en vacances.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 *septembre* 1890

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Cayley** : Sur l'équation modulaire pour la transformation de l'ordre 11. — M. **F. Sy** : Observations de la nouvelle planète Charlois (297) faites à l'observatoire d'Alger. — M. **J. Janssen** fait le récit de son ascension au sommet du Mont Blanc et expose les résultats scientifiques de cette expédition (voir la *Revue des Sciences*, du 15 septembre, p. 560). Comme les observations précédentes le faisaient prévoir, les raies d'absorption de l'oxygène dans le spectre solaire sont extrêmement affaiblies à cette grande altitude. On peut donc considérer la question de l'existence de l'oxygène dans l'atmosphère solaire comme tranchée négativement. Incidemment M. Janssen fait remarquer que le travail intellectuel est très possible à ces altitudes, pourvu que l'observateur s'abstienne de tout travail physique. Il demande la création d'un Observatoire sur le Mont Blanc.

2° Sciences physiques. — M. **Le Chatelier** avait montré le parti que l'on peut tirer des déterminations des résistances électriques pour l'étude aux températures élevées des transformations moléculaires des métaux. Il a étendu cette méthode à une nouvelle série de métaux et d'alliages. Les métaux qui ne présentent aucune transformation moléculaire avant leur fusion possèdent des résistances électriques dont la variation est une fonction linéaire de la température, par exemple le cuivre, le platine. Un grand nombre de métaux, par exemple le fer, présentent des variations moléculaires brusques, se produisant à des températures bien déterminées. La courbe des résistances électriques présente un angle en ce point. Ces études conduisent tout de suite à des résultats pratiques relativement à la trempe des métaux et des alliages. — A propos de la communication de MM. Dumoulin-Froment et Doignon, M. **Trouvé** rappelle que son gyroscope électrique remonte à l'année 1865. — M. **D. Colladon** décrit sous le nom de trombe d'eau ascendante un phénomène que l'on observe sous certaines conditions le long d'un barrage à rideaux jeté à Genève en travers du Rhône. L'eau étant arrêtée au milieu et s'écoulant par les deux extrémités du barrage, il se forme à chacune de ces extrémités un tourbillon qui emprisonne dans l'eau une colonne verticale d'air; à 50 centimètres au-dessous de la surface, cette colonne se recourbe de part et d'autre et les deux moitiés viennent se réunir horizontalement au milieu du fleuve; un manomètre à eau, mis en rapport avec cette trombe horizontale, accuse une aspiration de 30 à 40 cent.

3° Sciences naturelles. — M. **Paul Marchal**, qui a fait l'étude détaillée de l'appareil excréteur de l'Ecrevisse, décrit les diverses formes de cet appareil chez quelques Crustacés décapodes : Homard, Crevette, Bernard l'Hermite, divers Crabes, etc. — Les recherches précédentes de M. **H. Jumelle** lui avaient montré qu'il existe un certain balancement fonctionnel entre l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes; si l'assimilation est empêchée, par exemple, par l'absence d'acide carbonique, l'énergie des radiations, qui auraient été utilisées pour cette assimilation, se reporte sur la transpiration qui est augmentée. Il vient d'obtenir une nouvelle preuve de cette relation par l'emploi des anesthésiques (éther), qui, à certaines doses, arrêtent complètement l'assimilation et augmentent la transpiration.

Séance du 29 *septembre* 1890.

1° Sciences mathématiques. — MM. **G. Rayet**, **L. Picart** et **Courty** : Observations des comètes Coggia (18 juillet 1890) et Demoring (23 juillet 1890) faites à l'Observatoire de Bordeaux.

2° Sciences physiques. — MM. **Chassagny** et **H. Abraham** ont entrepris de déterminer la valeur des couples thermo-électriques comme appareils de mesure directe des températures; dans un premier travail, ils comparent à des couples électro-chimiques étalons des couples thermo-électriques, fer-cuivre, l'une des soudures étant maintenue dans la vapeur d'eau bouillante, l'autre dans la glace rapée; de leurs mesures très précises il résulte que ces éléments thermo-électriques sont très comparables entre eux et peuvent servir comme étalon de force électro-motrice. — M. **L. Trouvelot** signale l'identité de structure des éclairs qu'il a observés dans un orage à Meudon et des décharges des machines d'induction, dont l'observation lui est très familière. Cette structure des éclairs pourrait expliquer diverses particularités des orages, particulièrement de ceux que l'auteur appelle *orages secs*. — M. **Ch. Pollack** décrit une nouvelle lampe de sûreté pour les mines, alimentée par des accumulateurs. — M. **Lecoq de Boisbaudran** donne la description des spectres du *gadolinium*, tels qu'on les obtient en faisant éclater l'étincelle d'une bobine d'induction à long fil sur la solution chlorhydrique de la gadoline. La réaction spectrale du Gadolinium est très sensible. Le même auteur a recommencé la détermination de l'équivalent de la terbine, par le sulfate de la terre en prenant des précautions pour éviter l'erreur due à l'oxygène de suroxydation; il a trouvé un chiffre sensiblement plus bas qne celui qu'il avait donné d'abord soit 122, 32. — M. **Berthelot**, par quelques expériences directes démontre que la terre n'absorbe et ne retient l'oxyde de carbone autrement que tout autre gaz, c'est donc par erreur qu'on avait cru observer après les explosions des mines ou d'obus une action spécifique de ce genre. La polymérisation pyrogénée de l'acétylène, dont le produit principal est la benzine, a lieu exothermiquement; au contraire, la polymérisation à froid de ce gaz par l'effluve, donne lieu à des produits plus voisins de l'acétylène et moins stables; M. Berthelot a en effet observé que ces produits, très oxydables, se décomposent d'une façon explosible quand on les chauffe.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Dubois** a extrait de la soie jaune une série de principes cristallisables que leurs propriétés physiques et chimiques placent très près de la carotine végétale. — M. **Ch. Bouchard** expose une théorie de la maladie infectieuse, de la guérison, de la vaccination et de l'immunité naturelle. L'agent infectieux tombant sur un terrain très bactéricide, il ne se passe rien; sur un terrain favorable la maladie se développe immédiatement; dans le cas moyen, le microbe végète péniblement, mais sécrète des diastases qui modifient le terrain dans le sens qui lui est favorable, particulièrement en paralysant le centre vaso-

dilatateur et en empêchant par là la diapédèse et la phagocytose; la maladie peut alors se développer. Si elle n'aboutit pas à la mort, l'organisme devient au bout de quelque temps réfractaire à l'agent infectieux; le premier effet de cette modification est la guérison, le second est l'acquisition de l'immunité. L'immunité naturelle résulte de la grande résistance que le centre vaso-dilatateur oppose aux produits solubles microbiens tendant à le paralyser; si on paralyse ce centre par une dose assez forte de poison, l'immunité disparaît. — M. **R. Blanchard** signale une maladie qu'il a observée sur le Lézard vert; la queue portait de grosses excroissances cutanées remplies de conidies; ces conidies cultivées sur divers milieux ont germé et produit une Mucédinée appartenant au genre *Fusarium*.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 *septembre* 1890

M. Chauvel, sur un mémoire de M. **Guermonprez** concernant les fractures du calcanéum par écrasement. — M. Guéniot lit un mémoire de M. le Dr **Rifat** (de Salonique) sur le traitement de la paramétrie par le raclage de l'utérus. — M. **Javal** discute les réformes à introduire dans les lois fiscales, militaires et civiles en vue de favoriser la natalité, et de remédier à la dépopulation de la France. Il propose à l'Académie de voter la conclusion suivante : *L'Académie appelle l'attention des pouvoirs publics sur les conclusions du rapport de M. Lagneau, d'après lesquelles l'arrêt d'accroissement de la population reconnaît pour cause principale la diminution volontaire de la natalité, diminution causée par la situation faite aux familles nombreuses par les lois civiles, fiscales et militaires.* — M. **Lagneau** s'élève contre le renvoi de la discussion devant une commission parlementaire. Il répond aux observations faites par M. Javal dans la première partie de son discours et déclare qu'il se croit d'accord avec lui sur la plupart de ses propositions.

Séance du 30 *septembre* 1890.

M. **Terrier** communique les résultats favorables d'une opération de cholécystectomie suivie de guérison. L'opération de l'ablation de la vésicule biliaire qu'il a pratiquée pour la deuxième fois ne l'a été que cinq fois en France, elle l'a été souvent à l'Etranger. — Suite de la discussion de M. **Lagneau** sur les moyens à employer pour remédier à la dépopulation de la France. — M. **Hervieux** discute un travail intitulé : De l'absolue nécessité d'édicter une loi rendant obligatoires les vaccinations et revaccinations.

COURRIER DE ROME

La majeure partie de l'activité scientifique, en Italie et plus spécialement à Rome, se concentre à l'Académie royale des Lincei. Cette compagnie prend actuellement ses vacances. Celles-ci, à vrai dire, sont plutôt nominales que réelles, la plupart des membres de cette illustre assemblée continuant de publier leurs travaux pendant l'été. Indépendamment des Mémoires qu'accueille l'Académie, bon nombre de nos compatriotes font paraître leurs recherches dans les journaux spéciaux et les bulletins des diverses Sociétés savantes de notre région. La production scientifique y est, comme on le voit, considérable. Bien que ralentie en cette saison, elle mérite néanmoins de fixer l'attention. Nous nous bornerons, dans le présent courrier, à signaler, parmi ses récents progrès, les plus importants.

1. — Sous les auspices de S. M. le Roi, et par les soins du ministère de l'Instruction publique, on a publié le premier volume de l'édition nationale des *Œuvres* de Galileo Galilei. Cette publication est dirigée par M. *Favaro*, professeur à l'Université de Padoue, avec le concours de MM. *I. del Lungo*, *V. Cerruti*, *G. Govi*, *G. V. Schiaparelli*, membres de l'Académie des Lincei. Dans ce premier volume sont compris les chapitres suivants : 1° *Juvenilia;* 2° *Theoremata circa centrum gravitatis;* 3° *La Bilancetta;* 4° *De Motu*. Ces travaux se rapportent à l'époque où Galilée était étudiant et commença à donner des leçons, c'est-à-dire qu'ils ne vont pas au delà de 1589.

Le premier travail est une compilation des leçons dictées par quelque cathédrant de l'Université de Pise en commentant les livres d'Aristote, et en particulier celui qui a pour titre *De Cœlo*. Cette *scrittura* n'a aucune importance scientifique, mais elle présente un très grand intérêt pour suivre le développement de la pensée de Galilei.

Les trois autres travaux montrent dans Galilei un vaillant et heureux continuateur d'Archimède. Dans les *théorèmes sur les centres de gravité*, il s'occupe de la détermination des centres de gravité des solides, tandis qu'Archimède n'avait déterminé (si du moins on en juge par ce qui nous est parvenu de ses œuvres) que les centres de gravité des aires planes. Quelques essais seulement avaient été faits déjà par Maurolico et Commandino, mais avec moins de sagacité que Galilée sut en montrer.

Le chapitre : *La Bilancetta* a trait à l'invention de la balance hydrostatique et à la détermination des poids spécifiques des solides. Le chapitre : *De Motu* en grande partie inédit jusqu'à ces jours-ci, (comme de même étaient inédits les travaux groupés sous le titre de *Juvenilia*) est une première rédaction des fameux dialogues : *Sur deux nouvelles sciences*, etc., qui forment le plus grand et le plus durable titre de gloire de Galilée. Enfin le chapitre : *De Motu*, contient les fondements de la science du mouvement; dans ce travail l'auteur repousse et détruit toutes les erreurs que la philosophie péripatéticienne (alors en grand honneur dans les écoles) avait répandues sur le mouvement des corps dans le vide et dans les milieux résistants comme l'air et l'eau.

2. — Dans le groupe des sciences physiques plusieurs questions intéressantes sont depuis quelque temps à l'ordre du jour. Les découvertes de M. Hertz sur l'action des rayons ultra-violets dans la production des décharges électriques, et de Hallwachs sur la dispersion plus rapide de l'électricité négative lorsque les rayons ultra-violets frappent la surface du conducteur électrisé, ont conduit M. *Righi* à étudier ces intéressants phénomènes, sur lesquels il a publié déjà plusieurs Mémoires. Comme l'on sait, M. Righi a découvert que, sous l'action des rayons ultra-violets, un corps conducteur ou isolant et non chargé, peut donner origine à de l'électricité positive; l'auteur a déterminé la loi fondamentale et le mécanisme de ce phénomène. On le reproduit dans de brillantes expériences, dont cette *Revue* a eu déjà occasion de s'occuper.

Dans un récent travail M. Righi a étudié les modifications subies par le transport ou *convection* électrique, lorsque ce transport se produit dans l'air plus ou moins raréfié; ses expériences ont été faites avec des appareils spéciaux, où l'atmosphère pouvait être raréfiée à moins d'un millionième de pression. Il reconnut de cette manière que, dans l'air raréfié, les particules matérielles ne suivent plus la trajectoire déterminée par les lois de la mécanique, et que ces particules qui transportent l'électricité négative, ne sont autre chose que les molécules mêmes du gaz raréfié. En effet, lorsque la raréfaction de l'air devient toujours plus grande,

on voit que le faisceau divergent formé par les particules négativement électrisées qui partent du corps frappé par les rayons lumineux, va toujours en s'élargissant, et qu'avec une raréfaction convenable, les particules ne suivent pas une direction unique, mais se répandent presque dans toutes les directions.

L'explication de ce phénomène est très facile, si l'on admet l'hypothèse des molécules gazeuses ; ces molécules en effet, à qui la chaleur du gaz donne continuellement des mouvements de translation, avec la raréfaction deviennent toujours moins nombreuses ; en raison de la diminution des chocs réciproques, elles peuvent rebondir sur le corps électrisé dans toutes les directions. Si la charge du corps électrisé est très faible et négligeable, il est possible d'établir le lieu où les molécules gazeuses, qui ne sont plus soumises au phénomène électrique, seront réfléchies par le corps électrisé et se réuniront en plus grand nombre ; dans ce cas, comme dans le cas d'une charge très forte du conducteur, l'expérience a toujours confirmé les prévisions de la théorie sur les points où se réunit la majeure partie de l'électricité.

M. Righi a ensuite déterminé le coefficient de dispersion photo-électrique, c'est-à-dire le rapport qui passe entre la quantité d'électricité négative perdue dans une seconde par une petite surface du corps frappé par les rayons lumineux, et la quantité d'électricité qui se trouvait sur la même surface. Ce coefficient s'accroît beaucoup en raréfiant l'air, mais à un certain point il commence à décroître si l'on poursuit la raréfaction de l'air. L'auteur, au cours de ses expériences, a obtenu un résultat jusqu'à ce moment inexplicable. La dispersion photo-électriqne dans l'air rarifié augmente au lieu de diminuer, en éloignant jusqu'à une certaine limite le corps frappé par la lumière du conducteur qui reçoit la décharge négative du premier. M. Righi a, en outre, reconnu que ce résultat anormal, qui est constant dans le cas du phénomène photo-électrique, se reproduit dans le cas de la dispersion ordinaire dans l'air raréfié avec deux électrodes disposées l'une contre l'autre ; si l'une des électrodes est chargée par une pile d'électricité négative, l'autre restant en communication avec un électromètre, on voit que dans un temps constant la seconde électrode prend une charge plus grande lorsque les deux électrodes se trouvent à une certaine distance, que lorsqu'elles sont rapprochées.

D'autres phénomènes ont été découverts par M. Righi, au sujet de l'influence du magnétisme sur la convection ordinaire ou photo-électrique. Lorsqu'on approche de l'appareil un fort électro-aimant, on voit disparaître dans la convection ordinaire le phénomène anormal dont on a parlé ci-dessus ; et avec une petite distance entre les électrodes, on peut obtenir de fortes déviations électriques. Dans la convection photo-électrique, le magnétisme produit une diminution de l'électricité positive, qui reste sur le corps éclairé ; c'est-à-dire que la charge d'électricité positive acquise dans l'air raréfié par un conducteur non chargé, par effet des radiations, sous l'action d'un électro-aimant, devient beaucoup plus faible.

— M. *Guglielmo* a proposé une nouvelle méthode pour construire un baromètre exact et d'un transport facile, sans recourir à l'ébullition ou aux pompes à vide afin de chasser l'air et l'humidité qui adhèrent aux parois du tube, ce qui est une opération assez difficile, même pour les constructeurs les plus habiles. La disposition imaginée par M. Guglielmo permet de rétablir à tout moment et très facilement, un vide parfait sur la colonne de mercure ; il suffit de faire usage d'un tube dont la chambre barométrique est divisée en deux compartiments par un robinet ordinaire ou par un robinet de Giminghan. On remplit de mercure le tube et, comme dans l'expérience de Torricelli, on le renverse dans la cuvette ; on incline alors un peu le tube, on laisse passer dans le compartiment supérieur l'air ou la vapeur d'eau qui se trouvent dans la chambre du vide, et on ferme le robinet. Lorsqu'un peu d'air et de vapeur se sont de nouveau détachés des parois (opération dont on réduit la durée au moyen de décharges électriques) on répète l'opération précédente en ayant soin de n'ouvrir le robinet qu'au moment où la pression de l'air à chasser est présumée égale à celle de l'air déjà enfermé dans l'espace supérieur.

La raréfaction ainsi obtenue est la plus parfaite que l'on puisse atteindre avec les moyens aujourd'hui en usage ; elle suffit à donner naissance aux phénomènes de la matière radiante, et à empêcher complètement le passage des décharges électriques. Cette forme de baromètre peut être fort utile dans les voyages, parce qu'il est facile de construire le baromètre à chaque moment, avec une provision de mercure et un tube qui peut même être coupé en deux parties que l'on visse l'une à l'autre. M. Guglielmo a comparé avec beaucoup de soin un baromètre construit d'après sa méthode au baromètre Fortin, et il a trouvé de petites différences, qu'il ne peut expliquer qu'en admettant la présence d'un peu d'air dans le second baromètre. Son appareil permet de vérifier l'exactitude des indications des baromètres construits à la manière ordinaire.

3. — Dans les sciences naturelles je dois signaler les recherches que MM *Monti* et *Tirelli* ont exécutées sur les micro-organismes du maïs gâté. La question présente un grand intérêt pour l'hygiène ; depuis quelque temps plusieurs savants ont admis en effet que l'ingestion du maïs gâté produit la pélagre. MM. Monti et Tirelli se sont bornés, dans leurs recherches, à étudier les micro-organismes qui se trouvent dans le maïs pourri, et à préparer de cette manière les moyens de résoudre la question des rapports entre le maïs et la pelagre.

Dans plusieurs travaux Paladini, Lombroso, Maiocchi, Cuboni, Paltauf, etc., ont démontré que dans le maïs pourri des microorganismes produisent des substances toxiques ; mais il restait à établir si d'autres microorganismes capables d'élaborer d'autres substances toxiques n'existaient pas dans le maïs. MM. Monti et Tirelli ont observé du maïs dont la pourriture s'était naturellement produite ; ils ont directement inoculé à des lapins de la poudre de ce maïs en suspension dans l'eau. Mais les résultats, sauf dans un cas, ont été négatifs. On pulvérisait le maïs, après lavage et stérilisation de la surface externe des grains, et dans les cultures on isolait les microorganismes en cherchant à y reconnaître les formes déjà décrites par d'autres observateurs. MM. Monti et Tirelli ont réussi à surmonter les difficultés de ce long et délicat travail, et à découvrir des formes nouvelles et nombreuses, dont ils donnent dans leur Mémoire une description détaillée.

De ces recherches on peut déjà tirer des conclusions intéressantes. Ainsi l'on voit que dans le maïs pourri ne se trouve pas une espèce unique de microorganismes, le prétendu *Bacillus maydis*, mais que plusieurs espèces sont capables de donner origine à des procès de décomposition. Les moisissures, sans avoir l'importance admise par les anciens observateurs, peuvent prendre une part active au travail de fermentation, pendant que d'autres bacilles accomplissent celui de la putréfaction. La présence, sur les grains, des microorganismes qui, d'ordinaire, se trouvent dans les eaux impures, s'explique en admettant que le maïs ait été mouillé, et il est probable que le bon effet de la dessiccation artificielle du maïs dépend de la destruction de ces microorganismes. MM. Monti et Tirelli se proposent de continuer leurs recherches relatives aux effets des microorganismes sur le maïs, et de discuter ensuite les rapports qui existent entre les poisons du maïs et la pathogénie de la pélagre.

— M. *Bonuzzi* a communiqué à l'Académie de médecine ses recherches expérimentales sur les effets de la suspension dans l'ataxie, et d'une nouvelle méthode pour traiter cette maladie, au moyen de la flexion forcée de la partie antérieure du corps. La question d'établir de quelle manière agit la suspension dont on connaît les effets favorables, exception faite pour M. Mitschutkowski,

a jusqu'à présent peu attiré l'attention des neuropathologistes. Au cours de ses expériences, M. Bonuzzi a reconnu que la moelle épinière subit un changement notable dans ses rapports avec la colonne vertébrale ; la moelle se déplace en haut de 3-4 millimètres; le déplacement est déterminé par un léger éloignement des vertèbres entre elles, et par un relâchement des muscles et des ligaments vertébraux. Les racines épinières, bien que changeant de position, ne paraissent pas supporter une tension appréciable. La tension du liquide céphalo-rachidien augmente, et la colonne vertébrale éprouve un allongement apparent de 1/2 à 2 1/2 centimètres. M. Bonuzzi confirme les résultats des expériences de M. Mitschutkowski pour ce qui regarde l'allongement du corps entier, allongement qu'il limite à 2-3 centimètres, et il admet que dans la suspension : 1° la respiration devient plus active et fatigante ; 2° la circulation est plus rapide et augmente la tension du sang.

L'auteur croit que l'action thérapeutique de la suspension dépend de l'amélioration qui se produit dans la circulation endomédullaire épinière, et qui agit en diminuant l'irritation que le procès morbide apporte dans les fibres radiculaires des cordons postérieurs non encore détruits. Il y a encore l'accroissement de tension du liquide céphalo-rachidien et le tiraillement des artères vertébrales qui, à cause de la diminution du sang artériel arrivant à la moelle et de l'augmentation du sang veineux qui en découle, rendent plus facile et plus rapide la circulation de la moelle. M. Bonuzzi est d'accord avec M. Charcot sur les effets produits par l'éloignement des anneaux vertébraux, et il conclut qu'avec la suspension on pourra toujours améliorer les conditions des malades en rétablissant les fonctions des fibres nerveuses encore saines, sans obtenir jamais une guérison parfaite, parce qu'il est impossible de reproduire les fibres détruites.

Expérimentant sur des cadavres, M. Bonuzzi a observé que lorsqu'on force les genoux à toucher la tête, on obtient une forte distension de la moelle; une aiguille fixée dans la moelle se déplaçait en bas, dans la flexion antérieure du cadavre, de 8 à 12 millimètres, et la moelle devenait plus mince et plus résistante. Cette distension est due à la courbe plus longue que la moelle est obligée de suivre à cause de l'incurvation de la colonne vertébrale, qui, avec la flexion, subit un allongement apparent plus grand que dans la suspension. En résumé, avec la flexion on obtient, d'une manière plus active, les effets produits par la suspension; la flexion est d'une exécution plus facile et ne présente pas les inconvénients de ce dernier traitement.

M. Bonuzzi a soumis à son traitement une malade qui souffrait de douleurs fulgurantes et dont la locomotion ataxique était bien caractérisée. On exécutait la flexion en portant, comme il a été dit, les genoux de la malade, étendue sur le lit, jusqu'à sa tête, et maintenant cette position pendant une demi-minute au commencement, et trois minutes ensuite. Après trois séances, les douleurs s'apaisèrent, pour disparaître complètement après huit séances; l'état de la malade présenta une amélioration remarquable dans la locomotion, dans la transmission des sensations, etc.

— Encore à l'Académie de médecine, *M. Zeri* a présenté un intéressant travail où il décrit les recherches qu'il a faites pour reconnaître si l'agent pathogène de la *malaria* peut pénétrer dans l'organisme par la voie du tube gastro-entérique. Il est ordinairement admis que la pénétration des germes a lieu par les voies respiratoires; mais, d'autre part, une croyance populaire très répandue dans les pays où sévit le paludisme, dit que l'on peut attraper la fièvre en buvant de l'eau puisée dans les terrains marécageux. Les anciens médecins, Hippocrate en tête, ont accepté cette opinion sans la discuter, en s'appuyant sur des observations qui, aujourd'hui, se trouvent en contradiction avec les récentes découvertes sur la nature et sur la production des fièvres palustres.

Pour résoudre cette question d'une manière décisive, M. Zeri a pensé à recourir à l'expérience directe, en faisant absorber à des individus en bonnes conditions hygiéniques de l'eau prise dans des localités où dominent les fièvres palustres. On a exécuté ces expériences à l'hôpital de *S. Spirito*, à Rome; mais ni les ingestions, ni les inhalations, ni les injections d'eau palustre ne produisirent le plus léger symptôme de fièvre. Cette conclusion est réconfortante; elle démontre que la tradition populaire se trouve en défaut, et que l'eau potable ne peut être considérée comme un véhicule de l'infection palustre.

— La Société italienne des Sciences, dite des XL, a publié le tome VII de ses *Mémoires*. De cette importante publication, nous nous bornerons, pour le moment, à signaler un long et remarquable travail de MM. *Manfredi*, *Boccardi* et *Jappelli* sur le ferment inversif de l'organisme animal. Il y a deux cents ans, Leuwenhoek signalait la présence de microorganismes dans la salive humaine, et il les étudiait de la manière la plus complète qu'il était possible de son temps. De nos jours la bactériologie a démontré que de nombreuses espèces de microorganismes se trouvent dans la bouche, dans l'estomac et dans l'intestin. Beaucoup de ces microbes ne restent pas inactifs dans le procès de la digestion et, en produisant des ferments spéciaux ou par suite d'un autre mécanisme plus complexe, ils arrivent à effectuer dans les substances alimentaires des changements identiques à ceux que produisent les sucs digestifs en transformant l'amidon en glucose, les albuminoïdes en peptones, etc. Plusieurs savants déjà, entre autres Miller, Duclaux, Hueppe, Vignal, etc., ont tâché de fixer le travail accompli dans le procès digestif par les cellules glandulaires et par les organismes inférieurs. Mais ces recherches sont longues et difficiles ; les trois auteurs, dont nous analysons le travail, se sont bornés à étudier un point seulement de cette vaste question : la digestion du saccharose.

Après avoir parlé de nos connaissances sur la digestion du saccharose, de ses propriétés, des méthodes mises en œuvre dans leurs recherches, des précautions observées, MM. Manfredi, Boccardi et Jappelli donnent une description détaillée de leurs observations sur les produits de l'interversion, des expériences exécutées sur les diverses muqueuses et sur le foie, et ils arrivent aux conclusions suivantes : L'existence de micro-organismes nombreux, capables de produire de l'*inversine* et de transformer le saccharose en sucre interverti, est démontrée; leur présence dans le suc entérique est aussi établie. L'origine et la présence du ferment inversif dans l'organisme ont été jusqu'à ces derniers temps l'objet de doutes et d'assertions contradictoires; la cause de ces incertitudes se trouve dans l'inexactitude des méthodes d'observation dont on se servait et dans la rapidité d'altération du saccharose qui, pour cette cause, renferme toujours plus ou moins de glucose.

Ayant prouvé que l'inversion *spontanée* est causée *uniquement* par les germes inversifs de l'air, les auteurs furent obligés de recourir à plusieurs expédients dont ils donnent la description. Ils ont réussi à prouver que, dans l'estomac où manque la végétation des germes inversifs, ne se produit aucune inversion ; l'opinion contraire, admise par plusieurs savants, résulte d'erreurs de technique. Le suc entérique, qui renferme un grand nombre de germes inversifs, renferme encore une grande quantité d'inversine. Chez le lapin, cette substance est produite exclusivement par des micro-organismes, et la muqueuse intestinale ne prend aucune part à sa formation. Chez le chien, sans avoir des preuves pour exclure la muqueuse de cette fonction digestive, les observations semblent assigner même provenance au ferment inversif.

Les auteurs ont dû exclure la présence du ferment inversif dans d'autres sucs et d'autres organes; ils font, à ce propos, une mention particulière du foie

où récemment on a prétendu trouver ce ferment. Des infusions préparées avec tous les organes (à l'exception de la muqueuse gastrique) et les produits des sécrétions (salive) laissées à l'air avec du saccharose, deviennent, dans un temps variable, des milieux de culture des germes inversifs; il se forme de l'inversine, et dans ces liquides a lieu la transformation du saccharose en sucre interverti.

De plusieurs autres travaux récemment parus, en particulier des sciences mathématiques, nous traiterons dans un prochain courrier.

Ernesto Mancini.

CHRONIQUE

LES NOUVEAUX TORPILLEURS CHAUFFÉS AU PÉTROLE

Une maison de construction anglaise, MM. W. Doxford et fils vient de construire un torpilleur dont le trait carastéristique est d'être chauffé au pétrole. Cela n'est pas la première fois, tant s'en faut, que l'on expérimente ce genre de chauffe; mais les résultats obtenus jusqu'ici n'avaient pas été assez satisfaisants pour faire passer sur les inconvénients d'un prix de revient plus onéreux et d'un plus grand danger d'incendie. Si l'on s'en rapporte à un article, inséré dans l'*Engineering* probablement à la demande des constructeurs anglais, ceux-ci seraient arrivés au moyen d'un brûleur spécial à obtenir un fonctionnement convenable. Voici d'ailleurs les dispositions qu'ils ont adoptées.

Le fond du torpilleur est double et divisé en huit compartiments servant de réservoirs à pétrole. Le combustible liquide y est aspiré par de petites pompes Worthington qui le refoulent dans une petite caisse où il est soumis à une pression de $2^k,5$ environ par centimètre carré; il se rend de là directement dans les brûleurs. La chaufferie contient outre cette caisse un appareil fournissant de l'air comprimé sous une pression d'environ 3 kilog. par centimètre carré, qui sert à pulvériser l'huile quand elle quitte les brûleurs. Chaque jet d'huile donne une flamme claire et brillante qui aurait environ 2^m de long et 23^{cm} de diamètre si elle brûlait seule. Quand les jets, qui sont au nombre de 31, sont réunis, il en résulte une masse brillante de feu d'environ 60^{cm}, de la bouche du fourneau à la plaque à tube.

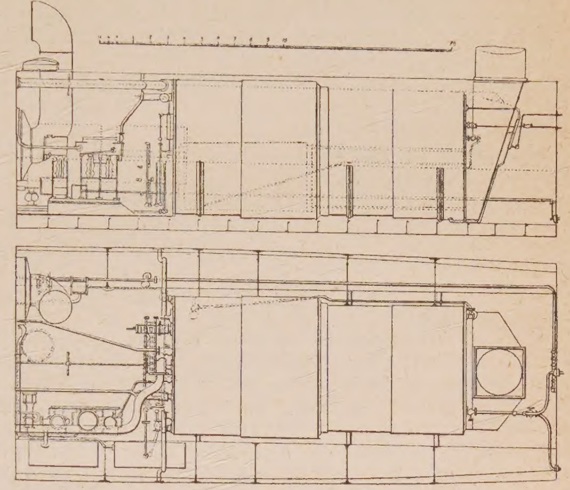
Nous donnons ci-contre des coupes longitudinale et horizontale de la chaufferie, et des coupes transversales faites l'une au voisinage de la cloison séparant la chaufferie de la chambre des machines, en regardant de l'avant à l'arrière, et l'autre au voisinage de la façade de la chaudière, en regardant de l'arrière à l'avant. On remarquera daus cette dernière coupe les tuyaux d'arrivée des brûleurs à pétrole. Nous signalerons aussi dans ces diverses projections les petits moteurs des pompes de compression d'huile et d'air, ainsi que les caisses où se rendent l'air et le pétrole comprimés.

La flamme ne donne, paraît-il, ni fumée ni escarbilles; il n'y aurait donc jamais à ramoner les tubes. Chaque brûleur peut être fermé individuellement, où tous peuvent être éteints ensemble. Le tout se passe sous la surveillance d'un seul homme.

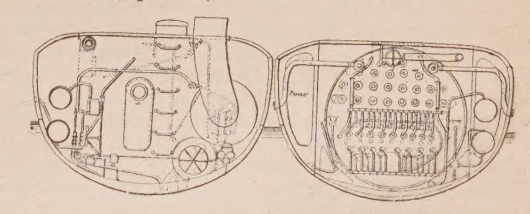
Voici, au point de vue militaire, les avantages des appareils que nous venons de décrire. D'abord à poids égal, le combustible liquide donne plus de chaleur que le charbon. On peut donc, avec l'huile, augmenter le rayon d'action pour un poids égal, ou pour le même rayon d'action diminuer le poids et augmenter la vitesse. Avec le plein des caisses (14 tonneaux de pétrole) et à la vitesse de 10 nœuds, la distance franchissable est de 1800 milles.

L'arrimage du pétrole dans les fonds a deux avantages; il augmente la stabilité et l'espace habitable. Avec les tubes, les torpilles, les canons à tir rapide, pour ne rien dire des hommes d'équipage sur le pont, un torpilleur n'a jamais qu'une faible réserve de stabilité. On l'augmente en remplissant les caisses à huile du torpilleur dont nous parlons, tandis qu'on obtient l'effet inverse en remplissant de charbon les soutes d'un torpilleur ordinaire. — Nous n'insistons pas sur l'avantage évident de la plus grande habitabilité.

En manœuvrant sous vapeur, il peut être souvent nécessaire de stopper brusquement et de rester immobile pendant un plus ou moins grand laps de temps, en restant prêt à repartir à toute vitesse à un nouveau commandement. Il en résulte pour la conduite de la



Coupes longitudinale et horizontale.



Coupes transversales.

chauffe des difficultés bien connues de tout mécanicien et de tout officier de marine. Si l'on pousse activement les feux, on ne sait comment se débarrasser de la vapeur qu'on produit. De plus au bout d'un certain temps il faut procéder à un décrassage des grilles, pendant lequel la pression tombe; et si c'est à ce moment que se présente l'opportunité d'agir, on ne peut en profiter. Si d'autre part on laisse tomber les feux, il faut ensuite un certain temps pour les remettre en activité, ce qui augmente d'autant le retard apporté à la production de la quantité de vapeur exigée par la machine, à sa pression de régime. Ces difficultés, sans disparaître entièrement comme voudraient le croire MM. Doxford et fils, si l'on s'en rapporte à l'*Engineering*, sont du moins sensiblement atténuées par le chauffage au pétrole; celui-ci permet soit de maintenir les feux poussés en permanence sans avoir à décrasser les grilles, soit, si on les a laissés tomber, d'économiser pour la mise en pression et pour la production de régime de la vapeur tout le temps de la mise en activité des feux, laquelle est instantanément obtenue par une manœuvre de robinet.

Les constructeurs ont d'ailleurs mis tous leurs soins à faire en sorte qu'on puisse à volonté éteindre ou allumer brusquement tous les brûleurs sans qu'il en résulte de détérioration et de fuites dans le foyer ou

dans les tubes. La chaudière évite donc dans de certaines mesures les principales causes de destruction et ne vient pas comme sur les autres torpilleurs abréger par son usure prématurée la vie même du bateau. Notons en passant que les précautions nécessaires ont été prises pour prolonger en conséquence la longévité de la machine.

Avec le chauffage au pétrole, les chauffeurs sont inutiles. Un homme suffit pour veiller aux brûleurs et aux appareils de pompage de pétrole et d'air. L'avantage de n'avoir pas à charger les foyers par mers dures, surtout du travers, est incontestable. Il n'y a pas à manipuler le charbon et la propreté du bateau y gagne. Il n'y a pas à ramoner les tubes.

Comme conclusion, MM. Doxford et fils affirment que le système de chauffage avec combustible liquide qu'ils ont adopté est le seul applicable aux torpilleurs. Ceci tiendrait principalement à l'emploi de l'air comprimé au lieu de vapeur pour pulvériser le pétrole. Il y a, disent-ils, beaucoup de systèmes d'injections, mais ils ne sont pas applicables aux torpilleurs à cause de la perte d'eau douce qu'ils entraînent, et qui nécessiteraient la présence de puissants évaporateurs inadmissibles sur ces bateaux.

Si réellement MM. Doxford et fils ont réalisé d'une façon vraiment pratique le problème qu'ils s'étaient posé, il est de fait que l'emploi du pétrole sur les torpilleurs serait justifié, malgré les inconvénients signalés plus haut de la dépense et du danger d'incendie, par les améliorations apportées à la fois aux aménagements, à la vitesse, et au service de la chauffe. L'avenir montrera si ces constructeurs ont atteint les résultats qu'ils exposent, car dans ce cas, leur système s'imposerait aux puissances maritimes.

Sans attendre jusque là, on ne peut que souhaiter voir la marine française reprendre les essais déjà entrepris dans ce sens tant par les chantiers de l'industrie que par les arsenaux de l'Etat, et réussir à installer ce mode de chauffage sur nos torpilleurs d'abord, puis peut-être sur tous ceux de nos bâtiments dont la petite dimension permet l'emploi de ce combustible plus coûteux, et dont la construction essentiellement métallique ne fait pas craindre les dangers d'incendie. Ce sera un pas de fait dans la voie de l'usage du pétrole sur les navires, et cela nous rapprochera du jour où les machines à vapeur proprement dites seront détrônées par les machines à explosion de vapeur de pétrole, qui, depuis quelque temps déjà à l'ordre du jour, se développent et se perfectionnent sans cesse.

X.

CONGRÈS

LE PREMIER CONGRÈS DE L'ASSOCIATION PYRÉNÉENNE A NARBONNE

L'Association pyrénéenne a pour but de grouper les forces intellectuelles locales d'une importante région de la France, et de les faire contribuer par la Science au développement du Midi. Son domaine d'activité est constitué par les trois académies de Bordeaux, Toulouse et Montpellier, du côté nord des Pyrénées; il s'étend à la Catalogne, l'Aragon et la Navarre, jusqu'à la rive gauche de l'Ebre. Les fondateurs de l'œuvre sont le regretté Julien Lacaze et l'auteur de cet article, auquel est échu l'honneur de la diriger. La *Revue des Pyrénées et de la France méridionale* est devenue l'organe commun de l'Association, qui publiera en outre, tous les ans, un volume spécial relatif à ses congrès. Son premier congrès s'est ouvert le 12 mai dernier à Narbonne sous la présidence de M. le professeur Armand Gautier de l'Institut, un enfant illustre du pays. M. le ministre de l'instruction publique s'était fait représenter en envoyant un délégué spécial, M. le professeur A. Lebègue de Toulouse. Les membres du Congrès divisés en trois sections : littérature, histoire, archéologie, — sciences, — agriculture et commerce, avaient à traiter 32 questions différentes. Le programme a été rempli au complet. Les questions posées avaient toutes pour but un objet d'intérêt local ou régional. Parmi les sujets les plus importants soumis à la discussion, nous devons signaler dans la première section : *les établissements d'instruction publique dans le Midi de la France avant la Révolution;* (abbé Douais). — *La constatation d'une école spéciale de sculpture à Narbonne pendant les deux premiers siècles de l'Empire romain* (E. Berthomieu). — *La voie Domitienne aux environs de Narbonne* (Thiers). — *La corporation des arts-et-métiers à Narbonne* (G. Cros Mayrevielle). — *La justice à Foix au* XIV[e] *siècle* (F. Pasquier). — *Les registres de notaires avant la Révolution et des renseignements qu'ils peuvent fournir pour l'histoire générale ou locale* (L. Favatier). — *Les registres de paroisses avant la Révolution et les renseignements qu'ils peuvent fournir pour l'histoire générale ou locale* (L. Narbonne). — *Les tours à forme carrée que l'on rencontre dans le versant sud et dans le versant nord des Pyrénées* (Comte de Saint-Saud) etc., etc. — Dans la seconde section, nous pouvons signaler des mémoires sur : *L'existence du Trias aux environs de Narbonne* (Jüllian). — *Le préhistorique du département de l'Aude* (E. Cartailhac). — *L'isolement des contagieux à Narbonne* (D[r] Aussilloux). — *La station géodésique de premier ordre des Pyrénées centrales espagnoles* (Comte de Saint-Saud). — *La brushite (phosphate bibasique de chaux) en quantité exploitable dans la grotte de Minerve* (A. et G. Gautier), etc., etc. — Dans la troisième section les mémoires suivants ont donné lieu à d'intéressantes discussions : *les eaux minérales de l'Aude* (D[r] Vaysse). — *Les eaux de Rennes, des Bains, de Campagne et d'Alet* (D[r] Garrigou). — *L'influence des engrais et du chlorure de sodium en particulier* (M. Calmettes). — *Les terrains salés* (G. Gautier). — *Le feldspath comme engrais potassique* (J. Gindre). — *La fabrication des verdets et des crèmes de tartre* (A. Raynal). — *Les tarifs des chemins de fer en rapport avec les industries du pays; abaissement des tarifs pour faciliter le commerce de la région* (Charriaut). — *Des résultats pratiques entraînés par les congrès annuels des diverses sociétés savantes de la région du Midi sur le mouvement intellectuel et sur les recettes des chemins de fer. Du rôle qui s'impose à ceux-ci à l'égard des sociétés savantes qui concourent à l'augmentation de leurs recettes* (D[r] Garrigou). — *La falsification des vins* (Chrommydis). — *Les vins des vignes inondées et traitées par le sulfate de chaux* (R. Favatier). — *Les ophites, nouvelles sources de phosphate de chaux pour l'agriculture* (G. Gautier). — *Le plâtrage de la vendange* (Ch. Raynal). — *Le chromatomètre* (Andrieu). — *La concentration du vin* (D[r] Garrigou), etc., etc., (1).

D[r] F. Garrigou,
Directeur de l'Association pyrénéenne.

(1) *Dans le cours de ses excursions pendant la session à Narbonne, le Congrès a reçu l'accueil le plus confraternel de la part des Sociétés savantes de la Catalogne espagnole.*

Le prochain Congrès aura lieu à Bordeaux sous les auspices de la municipalité, pendant les vacances de Pâques de 1891.

La publication *in-extenso* des mémoires envoyés au Congrès est en ce moment sous presse, elle formera un volume spécial avec planches, que l'on peut se procurer en écrivant au siège de l'association, au Directeur, rue Valade, 38, Toulouse.

Le Gérant : Octave Doin.

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.